

# KOMPOSTOINNIN KEHITTÄMINEN

Case Stara



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Forssa, Kestävän kehityksen koulutusohjelma

kevät, 2017

Marja Moisio

Kestävä kehitys, ympäristösuunnittelija (AMK)  
Forssa

---

<b>Tekijä</b>	Marja Moisio	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Kompostoinnin kehittäminen- Case Stara	
<b>Työn ohjaaja</b>	Ilpo Pölönen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Helsingin kaupungin palveluliikelaitoksen, eli Staran, aumakompostoinnin kehittämisen mahdollisuuksia. Tutkimus kohdistui pohjoisessa aluetoimistossa tehtävään kasvijätteen kompostointiin. Nykyisin kompostointi kestää yleensä kaksi vuotta. Valmis komposti sekoitetaan muihin materiaaleihin, kuten kaivumaihin ja muihin ylijäämämaa-aineksiin. Seokset valmistetaan kuhunkin rakentamiskohteeseen suunnitellun kasvillisuuden kasvualustavaatimusten pohjalta.

Urean lisäystutkimuksella selvitettiin kompostoitumisen nopeuttamisen mahdollisuutta. Laboratorioanalyysien avulla selvitettiin kompostin koostumus, hygieenisuus ja ravinnetaso. Lisäksi järjestettiin pienimuotoisia kokeita: itävyyskokeella, rikkakasvikokeella ja roskaisuuden selvittämisellä tutkittiin kompostoinnin onnistumista ja saatiin tietoa ongelmista ja riskeistä.

Hallittu kompostoituminen vaatii sitoutuneen työnjohdon lisäksi sitoutuneita kompostin käsittelemiseen hyvin perehdytettyjä työntekijöitä. Kompostointialueelle tarvitaan myös opastusta, jotta kaikki osaavat toimia alueella oikein. Hyvin dokumentoitu kompostointi ja kompostoinnin työvaiheiden ohjaus edistävät kompostoinnin hyvää hallintaa.

Teetettyjen tutkimusten perusteella kompostit eivät sisällä raja-arvoja ylittäviä määriä raskasmetalleja ja täyttävät hygieenisyyden vaatimukset. Kompostit ovat hyvin ravinteikkaita, joten niiden käyttö vahvistaa ravinnekiertoa. Kaivumaiden sekoittaminen kompostiin vahvistaa kiertotaloutta Staran työssä. Rikkakasvien siementen leviäminen on kuitenkin otettava käyttökohteita valittaessa huomioon. Roskaisuus on huomattava haitta ja sen vähentämisen mahdollisuuksia voitaisiin selvittää jatkotutkimuksella.

**Avainsanat** Kompostointi, ravinnekierto

**Sivut** 60 sivua



Sustainable Development, Bachelor of Natural Resources  
Forssa

---

<b>Author</b>	Marja Moisio	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Developing the Composting- Case Stara	
<b>Supervisor</b>	Ilpo Pölönen	

---

ABSTRACT

This thesis focuses on possibilities of improving composting methods in Helsinki City Construction Services, Stara. The studies made were focused on the Northern region office's process of composting plant remains. The present composting process lasts normally two years. The finished compost is mixed with various extra soil materials. Soil mixtures are specially made to meet the needs of the vegetation planned for each park or other green area.

A study of composting with urea was conducted to find out the possibility to accelerate the composting process. Laboratory analyses were made to find out the exact properties of the composts: the consistency, nutrients and hygiene. Small scale studies were made to find out about germination abilities, sprouting of weeds and the amount of rubbish in the composts. These studies were conducted to define the success, problems and risks of composting.

Controlled composting requires commitment and knowhow of both the management and the workers managing the composts. The control of the composting area requires signs so that everyone knows how to act correctly. Well documented and controlled composting ensures a good compost.

Based on the studies conducted as a part of this thesis the composts are hygienic and suitable for their use in soil mixtures. The composts do not contain heavy metals or microbes over the limits set to soil materials. Composts are very rich in nutrients. The use of composts strengthens the nutrient cycle and the use of soil mixtures helps to strengthen circular economy in Stara. However, the weed problem is a matter to be considered when choosing sites where the compost mixtures are used. The amount of rubbish in the finished composts is also a matter to be considered and could be studied further.

**Keywords** Composting, Nutrient Cycle

**Pages** 60 pages



# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	STARAN ESITTELY.....	2
2.1	Hoitovastuut.....	2
2.2	Ympäristötavoitteet .....	3
3	MAAN TOIMINTA.....	4
3.1	Orgaaninen aines maassa .....	4
3.2	Maan rakenteen vaikutus vesitalouteen ja ilmavuuteen .....	5
3.3	Ravinteet .....	6
3.4	Happamuuden ja kalkituksen vaikutukset maassa .....	7
3.5	Humus- ja saviaineksen vaikutus maassa .....	8
4	KASVIJÄTEKOMPOSTI.....	8
4.1	Kompostoituminen.....	9
4.2	Kompostin hygieenisuus .....	11
4.3	Kompostointimenetelmiä .....	12
4.4	Aumankompostointi.....	12
4.5	Kompostin valmistumisen määritteleminen.....	13
4.6	Biohiilen käyttö kompostissa .....	15
4.7	Urean käyttö kompostissa.....	15
5	KOMPOSTIN KÄYTTÖ .....	16
6	LAINSÄÄDÄNTÖ JA MUU KOMPOSTOINTIIN LIITYVÄ OHJAUS.....	17
6.1	Jätelainsäädäntö .....	17
6.2	Lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö .....	18
6.3	Nitraatteja koskeva lainsäädäntö.....	19
6.4	Ympäristön -ja terveydensuojelulainsäädäntö .....	19
6.5	Kasvinterveyttä ja vieraslajeja koskeva lainsäädäntö .....	19
7	STARAN KOMPOSTIT .....	20
7.1	Kompostien määrittely.....	20
7.1.1	Orgaaniset lannoitevalmisteet .....	21
7.1.2	Maanparannusaineet .....	21
7.1.3	Kasvialustat.....	21
7.1.4	Seosmullat .....	22
7.2	Komposti massakirjanpidon osana .....	22
7.3	Kompostiin kerättävät kasvimassat Starassa .....	23
7.4	Viikin kentän ympäristölupa .....	24
7.5	Kompostointi Viikin kentällä .....	25
8	KOMPOSTIN KÄYTÖN HAASTEITA .....	27
8.1	Vieraslajit.....	27

8.2	Roskaisuus .....	28
8.2.1	Muovit .....	28
8.2.2	Lasi .....	29
8.2.3	Metalli.....	29
8.2.4	Huumeneulat.....	29
8.3	Haitalliset yhdisteet.....	29
8.4	Pohjoisen alueen kompostin käytön haasteet.....	31
9	TUTKIMUKSET.....	31
9.1	Laboratorioanalyysit.....	34
9.2	Ureakoe .....	34
9.3	Rikkakasvikoe .....	36
9.4	Idätyskoe .....	37
9.5	Roskaisuuden tutkimus .....	38
10	TUTKIMUSTULOKSET .....	39
10.1	Laboratorioanalyysien tulokset.....	39
10.1.1	Hygieenisuus, orgaanisen aineen pitoisuus ja hiilidioksidin tuotto.....	39
10.1.2	Raskasmetallit.....	40
10.1.3	Ravinteet.....	41
10.1.4	Mekaaninen maa-analyysi.....	42
10.2	Ureakokeen tulokset .....	43
10.3	Rikkakasvikokeen tulokset .....	44
10.4	Idätyskokeen tulokset .....	45
10.5	Roskaisuus .....	46
11	TULOSTEN TARKASTELU .....	48
12	TUTKIMUSTEN ONNISTUMINEN.....	49
13	KEHITYSEHDOTUKSIA.....	50
13.1	Hygieenisuus, rikkakasvit ja ravinnehuuhtoutumat .....	50
13.2	Raskasmetallit .....	51
13.3	Roskaisuus .....	51
13.4	Perehdytys ja opastus .....	51
13.5	Työturvallisuus .....	52
13.6	Jälkikypsytyssauman peittäminen .....	52
13.7	Kokeilut.....	52
13.8	Keruutavan muutokset.....	53
14	YHTEENVETO .....	53
	LÄHTEET .....	55





## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään kompostoinnin tehostamisen mahdollisuuksia Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitoksessa Starassa. Kompostiaines kerätään Staran hoitovastuulla olevien yleisten viher- ja katualueiden hoidon yhteydessä. Kasvijäte kompostoidaan aumoissa ympäristöluvan saaneilla alueilla. Valmista kompostia käytetään nykyisin maanrakennuksessa kasvualustaseoksiin ja puistojen hoidossa orgaanisen aineen lisänä sekä lannoitteena kasvulustoille levitettynä.

Aihe linkittyy hyvin ajankohtaisiin teemoihin sekä EU:ssa, että kansallisesti. Kiertotalous on pääministeri Sipilän hallitusohjelmassa kärkihankkeita. Kestävään kehitykseen pyrittäessä myös resurssitehokkuus on keskeinen strategia. Resurssitehokkuus kattaa materiaalien ja energian käytön tehostamisen, tuotteiden tai jätteiden kierrätyksen ja uudelleen käytön sekä myös ilman, veden, maan ja maaperän käytön.

Staran suurin asiakas Kaupunkiympäristön toimiala kehittää kaivumaiden ja muiden kierrätysmateriaalien käytön mahdollisuuksia. Valmis-teilla oleva selvitys sisältää myös kompostien käytön asiakkaan näkökulmasta. Selvitys valmistuu vuoden 2017 loppupuolella ja se aiheuttaa mahdollisesti muutoksia kompostointiin. Kaivumaiden hallinnasta ja kiertotaloudesta Starassa on valmistunut kustakin ammattikorkeakoulun opinnäytetyö vuonna 2016. Tämä opinnäytetyö on itsenäinen työ, vaikka sivuaakin Kaupunkiympäristötoimialan selvitystä. Starassa on tarve tutkia mahdollisuuksia kehittää ja lisätä kompostin hyötykäyttöä omilla työmailla.

Tekijälle aihe on mielenkiintoinen. Pitkä työhistoria rakennusviraston ja sittemmin Staran puistonrakentamisen työmailla ja puistonhoitoalueilla on johtanut haluun tietää lisää maan hoidosta. Maan hyvä kasvukunto on viheralueiden hoidon perusta. Tekijää kiinnostavat myös kiertotalouden mahdollisuudet kestävän kehityksen edistämiseksi kunnallisen organisaation toiminnassa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan kompostien muodostumista ja nykyisen aumakompostoinnin kehittämisen mahdollisuuksia. Työssä pyritään löytämään ratkaisuja, joilla kompostin käyttöä Staran kaupunkitekniikan ylläpidon pohjoisen aluetoimiston alueella voitaisiin lisätä. Työssä pyritään löytämään vastaus tilaajan kysymyksiin:

Miten kompostien käyttöä voidaan lisätä omilla työmailla?  
Miten kompostointia voidaan nopeuttaa ja tehostaa?

Kustannuksia ja taloudellisia tekijöitä käsitellään työssä lähinnä mainiten. Työssä pohditaan Staran kompostien määrittelyä, mutta ei oteta siihen kantaa. Kehitysehdotukset perustuvat tutkimuksissa ja haastatteluissa esiin tulleisiin sekä kirjallisuuden avulla löydettyihin kehittämiskohtiin.

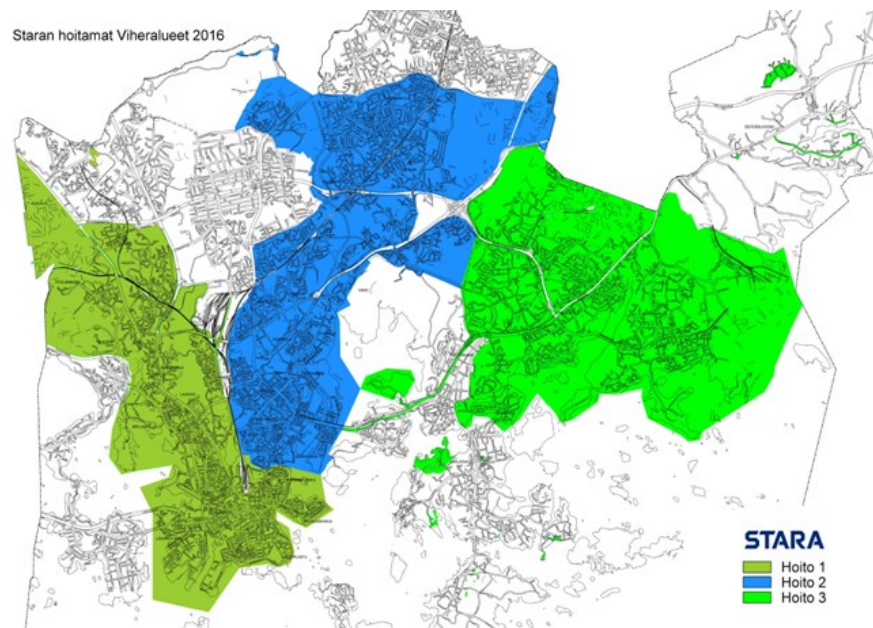
## 2 STARAN ESITTELY

Stara on Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos. Stara huolehtii rakennusalan, ympäristönhoidon ja logistiikan asiantuntija-, tuotanto- ja ylläpitopalvelujen tuottamisesta kaupungille ja kaupunkikonsernin yhteisöille. Stara on sisäinen palveluntuottaja, jonka asiakkaat ovat kaupungin neljä toimialaa. Palveluita tilaavat päätilaajan Kaupunkiympäristö- toimialan lisäksi Kasvatuksen ja koulutuksen toimiala, Kulttuuri ja vapaa-ajan toimiala sekä Sosiaali- ja terveys- toimiala. (Stara 2017.)

Helsingin kaupunki siirtyi johtamisessa pormestarimalliin uuden valtuustokauden alkaessa 1.6.2017. Kaupunginvaltuusto on ylin toimielin, jonka alaisena toimii Kaupunginhallitus. Kaupunginhallituksen alaisena toimiva Keskushallinto johtaa edellä mainittuja neljää toimialaa. (Helsinki 2017.)

### 2.1 Hoitovastuut

Staran hoidossa vuonna 2016 oli 293 hehtaaria katuviheralueita ja 914 hehtaaria puistoalueita. (Stara 2017). Hoidettavia katualueita oli 1 110 hehtaaria vuonna 2016. Hoidettavia katuja ja kevyenliikenteen väyliä oli noin 2500 kilometriä. (Kuva 1, s. 3) Lisäksi Staran hoidossa ovat Helsingin kaupungin omistamat metsät, pellot, merialueet ja saaret. (Helsinki 2017.) Seuraavassa kartassa (Kuva 1, s.3) on esitetty Staran hoidossa olevat alueet jaotellen läntisen-, itäisen- ja pohjoisen aluetoimiston hoitovastuualueet eri väreillä.



Kuva 1. Staran hoitamat viheralueet vuonna 2016. Pohjoisen aluetuomiston (Hoito 2) viherhoidon ja katuhoiton vastuualueet ovat samalla alueella ja näkyvät Helsingin kartassa sinisenä. (Stara, Viherhoidon vastuualueet 2016.)

## 2.2 Ympäristötavoitteet

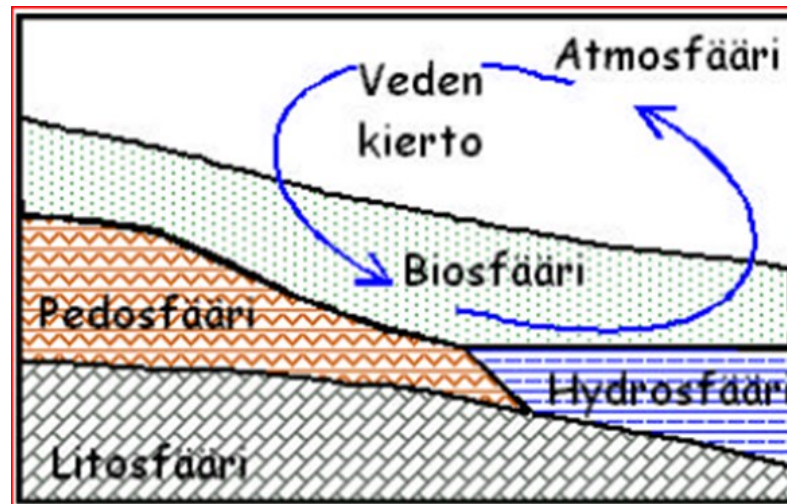
Helsingin kaupungin ympäristösitoumukset ja ympäristöpolitiikka ovat pohjana Staran ympäristöpolitiikalle. Staran ympäristöpolitiikka vuosille 2013-2020 sisältää ilmaston-, ilman-, vesien-, luonnon ja maaperän suojelun, jätteen vähentämisen ja materiaalitehokkuuden sekä hankintojen ympäristöystävällisyyden tavoitteet. Otteita Staran ympäristöpolitiikasta:

- maaperän luontaiset ominaisuudet ja sen biologiset, kemialliset ja fysikaaliset toiminnot turvataan Staran hoitamilla viheralueilla
- edistetään materiaalitehokkuutta koko toiminnassa
- lisätään ympäristötietoisuutta ja -vastuullisuutta esimerkiksi ekotukiverkoston ja työntekijöiden sitoutumisen avulla sekä
- ympäristöjohtaminen Staran laatiman ympäristöohjelman mukaan
- Ekokompassi- ympäristöjärjestelmän noudattaminen (Ekokompassi on kevennetty ympäristöjärjestelmä, joka pohjautuu ISO14001 ja EMAS järjestelmiin.) (Stara 2017; Ekokompassi 2017.)

Staran uusi ympäristöohjelma vuosille 2017–2020 on valmisteilla. Staran toiminnasta tehdään parhaillaan myös ympäristövaikutusten arviointia. (Ellonen 2017.)

### 3 MAAN TOIMINTA

Maaperä on kallioperän päällä olevasta irtaineksesta ilmakehään ulottuva alue. Kiinteä aines, neste ja kaasut muodostavat yhdessä maaperän. Kiinteää ainesta ovat kallioperästä rapautuneet kivilajit ja eliöyhteisön tuottama orgaaninen aines. Kuvassa 2 kuvataan maaperän (pedosfääri) suhdetta kallioperään (litosfääri), ilmakehään (atmosfääri), veden kiertokulkuun (vesikehä eli hydrosfääri) ja eliöyhteisöön (biosfääri). (Westman 2001, 5.)



Kuva 2. Maaperä muodostaa kallioperän ja ilmakehän välillä olevan rajapinnan, jonka muodostumiseen ja toimintaan vaikuttaa kiviaineksen ominaisuuksien lisäksi eliöyhteisö. Eliöyhteisö on riippuvainen ilmakehän säteilyenergiasta sekä hapestä, veden määrästä ja veden kierrosta vesikehästä ilmakehän kautta maaperään. (Westman 2001, 4.)

Maan toiminta on monimutkainen systeemi, jossa oma osuutensa on kallioperällä, ilmakehällä, pieneliöstöllä ja kasveilla. (Cobat, Aragno & Matthey 2003, 79.) Orgaaninen aines muodostuu pääosin kuolleista kasvijätteistä, mutta myös kuolleet pieneliöt, pienet eläimet, hyönteiset ja mikro-organismit ovat osa maan orgaanista ainetta (Wolf & Snyder 2003, 19).

#### 3.1 Orgaaninen aines maassa

Orgaanisen aineen lisäys vaikuttaa maahan fysikaalisesti, kemiallisesti ja biologisesti (Cobat ym. 2003, 352–353.) Maahan muokattuna orgaaninen aines hajoaa nopeasti. Maan pinnalle jätetty orgaaninen aines ja tunnistamattomaksi hajonnut orgaaninen aines hajoavat hitaammin. Hajoamisen nopeuteen vaikuttavat myös orgaanisen aineen koostumus, ikä, partikkelien koko, typpipitoisuus sekä maan kosteus, lämpötila, ilmavuus, happamuus ja ravinnetilanne. (Wolf & Snyder 2003, 19.)

Orgaaninen aines on pitkälti osallinen maan muodostumisessa ja kehittyemisessä, sillä mikro-organismit saavat ravintonsa juuri orgaanisen aineen hajoamisesta. Mikro-organismit (bakteerit, sienet, sädesienet) muokkaavat kiviainesta vapauttaen siitä samalla ravinteita kasvien käyttöön. Orgaanisen aines elättää suuren määrän erilaisia organismeja, mikä takaa terveen tasapainon hyödyllisten ja tauteja aiheuttavien organismien välille. (Wolf & Snyder 2003, 12–13.)

Orgaaninen aines tuottaa energiaa useisiin hyödyllisiin prosesseihin maassa. Orgaaninen aines lisää maan tuottavuutta ja kasvien terveyttä monella tavalla:

- lisää kationinvaihtokapasiteettia (KVK engl. CEC), eli ammonium-typen, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin varastoitumispaikkoja maassa
- auttaa useita mikroravinteita pysymään kasveille saatavilla olevassa muodossa
- auttaa pitämään fosforia kasveille saatavilla olevassa muodossa – erityisesti korkeassa ja matalassa maan happamuudessa
- puskuroi maata rajoittaen nopeita muutoksia maan happamuudessa tai suolapitoisuudessa (joidenkin kemikaalien käyttö saat-  
taa aiheuttaa muutoksia)
- vähentää sateen tai kastelun aiheuttamaa maan hajoamista ja sen myötä pinnan tiivistymistä ja kuorettumista
- tasaa maan lämpötilan muutoksia, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti ravinteiden saatavuuteen kasveille ja kasvien eloonjäämiseen

(Wolf & Snyder 2003, 13–14.)

### 3.2 Maan rakenteen vaikutus vesitalouteen ja ilmavuuteen

Maan rakenne on luonnossa kerroksellinen (Westman 2001, 15). Maaperän pintakerroksen eli maannoksen kehittyminen on jatkuva prosessi. Maakerroksen pohjalla kallioperän rapautumisen ja pinnalla karrikkeen kertymisen sekä niihin vaikuttavien kemiallisten, biologisten ja fysikaalisten reaktioiden tuloksena. Orgaaninen aines jatkaa hajoamista, kunnes siinä ei ole juurikaan energiaa mikrobitoiminnalle. Pitkälle hajonneesta orgaanisesta aineksesta muodostuu lopulta humusaineita. (Westman 2001, 5–8; Hartikainen n.d., 2.)

Maan rakenne sekä pinnassa, että syvemmillä maakerroksessa vaikuttaa maan vesitalouteen ja ilmavuuteen. Rajut sateet tai kastelu varsinkin suurella pisarakoolla voivat tiivistää maata. Orgaaninen aines maan pinnassa suojaaa maata veden aiheuttamalta tiivistymiseltä ja rakenteen heikkenemiseltä. (Wolf & Snyder 2003, 82–84.) Maalajin veden-

läpäisykykyyn vaikuttavat sen kivennäisfraktion (eli maassa olevan kivennäisosuuden) raekoko ja tiiviysaste. Myös maan humuspitoisuus vaikuttaa vedenläpäisykykyyn. (Soini 2003, 37.)

Nesteen taipumusta tunkeutua ohuisiin putkistoihin ja huokosiin kutsutaan kapillaarisuudeksi. Maan pienet huokokset muodostavat kapillaariputkiston, jota pitkin pohjavesi pyrkii pintaansa ylemmäksi. Kapillaarinen nousukorkeus ja -nopeus vaihtelevat maalajeittain. Hienorakeisissa maalajeissa nousu on hidasta, mutta nousukorkeus suuri. Karkearakeisissa maalajeissa nousu on nopea, mutta nousukorkeus on pieni. Humus- ja savipitoisuus sekä tiivistyminen lisäävät maalajin kapillaarisuutta. (Soini 2003, 38.)

Maahan muodostuvat murut parantavat suuresti maan rakennetta ja vähentävät sen tiiveyttä. Parantunut maan rakenne edistää kasvintuotantoa monin tavoin. Savi- ja humusaine edistävät mururakenteen muodostumista maassa. Mururakenteinen maa on huokoista. Huokoisuus lisää ilman ja veden liikkuvuutta maassa. Muruinen maa on helppompi muokata, juuret kasvavat siinä hyvin ja pieneliöstö viihtyy maassa. Parantamalla veden imeytymistä maahan mururakenne vähentää eroosiota ja lisää käyttökelpoisen veden määrää maassa (Wolf & Snyder 2003, 131–4.)

### 3.3 Ravinteet

Lehtivihreälliset siemenkasvit tarvitsevat alkuaineista eniten hiiltä (C), happea (O) ja vetyä (H), joita ne ottavat ilmasta ja vedestä. Kasvit ottavat muut kasvuun tarvitsemansa alkuaineet (lähinnä ionimuotoisena) maasta veteen liuenneina epäorgaanisina suoloina. Näitä suoloja kutsutaan ravinteiksi, jotka yleensä jaotellaan pää- ja hivenravinteiksi. Pääravinteet ovat typpi (N), fosfori (P) ja rikki (S) sekä metalleista kalium (K), kalsium (Ca) ja magnesium (Mg). Hivenravinteita ovat boori (B), kloori (Cl), kupari (Cu), rauta (Fe), mangaani (Mn), molybdeeni (Mo) ja sinkki (Zn). (Pankakoski 1986, 66.) Ravinteet esitellään taulukossa 1 (s.7).

Taulukko 1. Pääravinteet eli makroravinteet ja hivenaineet eli mikroravinteet lyhenteineen koottuna taulukoksi (Pankakoski 1986, 66).

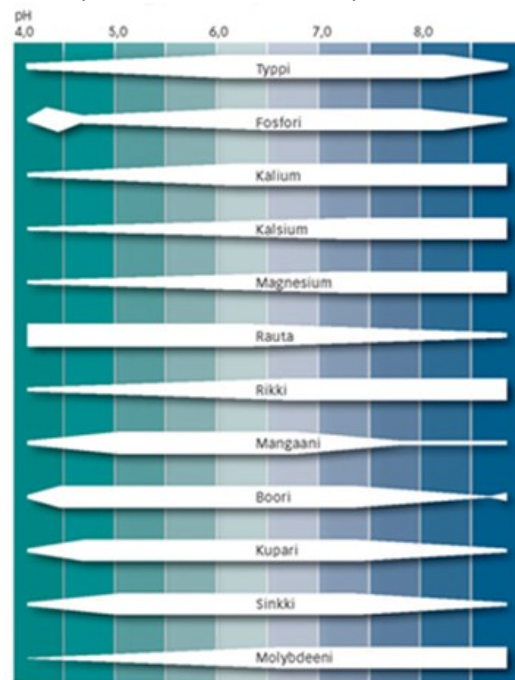
Pääravinteet		Hivenravinteet	
typpi	N	boori	B
fosfori	P	kloori	Cl
rikki	S	kupari	Cu
kalium	K	rauta	Fe
kalsium	Ca	mangaani	Mn
magnesium	Mg	molybdeeni	Mo
		sinkki	Zn

Maassa typpi on pääosin orgaanisessa eli kasveille suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Wolf ja Snyder mainitsevat muiden hyötyjen ohella orgaanisen aineen tehostavan typensidontaa sekä parantavan fosforin saatavuutta kasveille. (Wolf & Snyder 2003, 58–61.)

### 3.4 Happamuuden ja kalkituksen vaikutukset maassa

Happamuus vaikuttaa maan fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Maat, joiden pH- arvo on 7 määritellään neutraaleiksi. Happamiksi määritellään pH 4–5,5 välillä olevat maat, pH 5,5:stä neutraaliin asti lievästi happamiksi ja neutraalista pH 8,5:n emäksisiksi maiksi. Maan happamuutta tutkitaan esimerkiksi viljavuusanalyysin avulla. (Soini 2003, 147.)

Maan happamuusaste vaikuttaa aineiden liukoisuuteen. Kuva 3 esittää ravinteiden liukoisuutta eri happamuuksissa. Kuvassa kunkin ravinteen kuvaajassa leveä kohta ilmaisee ravinteen hyvää liukoisuutta ja kuvaajan kapealla kohdalla liukoisuus on vähäisempi. Happamassa maassa lisääntyy esimerkiksi alumiinin, kadmiumin, kromin, elohopean, lyijyn ja nikkelin liukeneminen maahan. Liian emäksisessä maassa puolestaan heikentyy raudan, mangaanin, boorin, kuparin ja sinkin liukoisuus. (Farmit Website, n.d.)



Kuva 3. Ravinteiden liukoisuus eri happamuuksissa. Lähellä neutraalia eli pH 7 on useimpien ravinteiden liukoisuus hyvällä tasolla, eli ravinteen kuvaajan leveällä kohdalla. (Kuva Farmit Website, n.d.)

Maan happamoituminen ei aina näy heti pH:n alenemisena, sillä maalla on monia mekanismeja vastustaa sitä. Maa-analyysin pH arvo kertoo maaveden happamuudesta eli niin kutsutusta aktiivisesta happamuudesta, ei maan kokonaishappamuudesta. Kalkituksella voi vaikuttaa kuitenkin vain pintamaahan, sillä maan hapontuottokapasiteetti on valtava. (Hartikainen n.d., 24–28.)

Kalkitus kuohkeuttaa maan rakennetta, lisää pieneliötoimintaa ja vähentää haitallisten aineiden liukoisuutta. Kalkin kalsium sitoo saveshiukkasia toisiinsa ja edistää siten kestävästä mururakenteen muodostumista. Neutraalia lähellä olevassa happamuudessa maa tukee myös hyvän bakteerikannan ja lierojen viihtymistä. (Farmit n.d., 20.)

### 3.5 Humus- ja saviaineiden vaikutus maassa

Maassa kasvimateriaali hajoaa mikrobitoiminnan tuloksena hyvin pysyväksi humusaineeksi. Ensin hajoavat hiilihydraatit ja aminohapot ja viimeiseksi jäävät ligniinit, tanniinit, vahat ja hartsit. Ligniinit muuntuvat hitaasti sienten hajottamina humusaineeksi, josta muodostuu lopulta humusta. (Wolf & Snyder 2003, 19; Cobat ym. 2003, 344–345.)

Humus ei enää juurikaan hajoa maassa. Humusaineet eivät ole kovin reaktiivisia, vaan saven tapaan varastoivat kationimuotoisia ravinteita ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ). (Wolf & Snyder 2003, 24–25; Hartikainen, n.d., 2.)

Saviaines on hydrofiilistä eli se pystyy sitomaan suuria määriä vettä. Hyvän vedenpidätyskyvyn lisäksi savi lisää humuksen tavoin maan kationinvaihtokapasiteettia. (Laulumaa 2017; Wolf & Snyder 2003, 25.)

Savi-humus kompleksi tuo maahan uusia ominaisuuksia, jotka parantavat maan hedelmällisyyttä:

- yhteen liittyneet muruset ylläpitävät maan kaasujenvaihtoa ja riittävää vesivarastoa
- savimineraalien ja humuksen sidos hidastaa humustuneen orgaanisen aineen mineralisaatiota
- sidottuna saveen humuksen hajoaminen estyy, mikä estää maan vettymistä ja tiivistymistä
- saven ja humuksen yhdistyminen yhdeksi aineeksi antaa maalle kyvyn pidättää kasveille välttämättömiä alkuaineita (Cobat ym. 2003, 66–67.)

## 4 KASVIJÄTEKOMPOSTI

Kompostoimalla kasvijätteet saadaan käsiteltyä orgaanisesta jätteestä käyttökelpoiseksi aineeksi. Toiseksi kompostoinnin tavoitteeksi



Cobat ym. määrittelevät pitkävaikutteisen maanparannusaineen ja ravinne-lisän valmistamisen. (Cobat ym. 2003, 351.)

Kasvijätekomposti muodostuu viheralueiden hoidon yhteydessä kerätyistä kasvijätteistä. Kompostiin lisätään usein muitakin jätteitä, kuten kotikomposteissa ruuantähteitä ja laitospölyä jätteiden erillaisissa lajittelu- ja kompostointilaitoksissa. Tässä opinnäytetyössä käsitellään kasvijätteistä muodostuvaa puutarhajätteen kompostointia, jossa ei ole käytetty muita aineksia.

Kompostia voidaan valmistaa erilaisista kasvijätteistä sellaisenaan. Valmiilla kompostilla voidaan korvata turve esimerkiksi kasvualustaseoksissa. Kompostin ominaisuudet vaihtelevat paljon lähtöaineiden mukaan. Yleensä kuitenkin hyvin kompostoitunut massa on kevyttä, tummaa, turvemaista materiaalia, joka on myös yleensä happamuusdeltaan neutraalia tai lievästi emäksistä. (Sirviö 2004, 77.)

Komposti vaikuttaa maahan lisättynä maan fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin ja prosesseihin. Vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin vaikuttavat puolestaan lähes kaikkiin kasvien kasvuun vaikuttaviin tekijöihin. (Cobat ym. 2003, 352–354.)

#### 4.1 Kompostoituminen

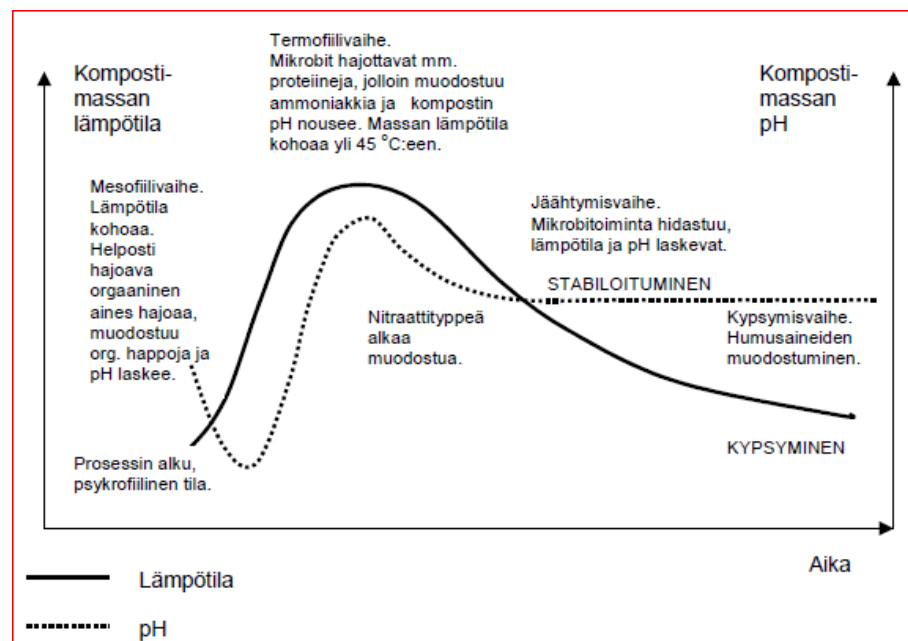
Kompostoituminen jäljittelee luonnossa tapahtuvaa hapekasta hajoaamista nopeutettuna tapahtumana. Luonnossa orgaanisen aineen hajoamisesta muodostuva hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ) ei kohota ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta, sillä kasvit pidättävät hiilidioksidia ilmasta yhtä paljon tai enemmän, kuin hajoaminen sitä ilmakehään tuottaa. (Cobat ym., 2003, 338.)

Kompostiaineksen kertyessä riittäväksi kerrokseksi, massan lämpötila alkaa kohota, sillä hapellisissa olosuhteissa elävien mikrobien toiminta on lämpöä tuottavaa. Kompostoitumisen alkuvaiheen (termofiilinen vaihe, jossa lämpötila on  $+60\text{--}80\text{ }^\circ\text{C}$ ) voimakasta lämpenemistä rajoittavat hapen määrä ja hajottamiseen osallistuvien mikrobien lämmönsietokyky. (Cobat ym. 2003, 342, 345.) Laulumaan mukaan termofiilisessä vaiheessa hajottajamikrobeille tulee usein puutetta myös typestä (Laulumaa 2017). Kompostoitumisen vaiheita kuvataan kuvassa 4 (s. 10).

Kompostin biologisessa prosessissa mikrobit käyttävät kompostin aineksista ensin pienet liukenevat molekyylit, jotka ne voivat käyttää muokkaamattomina (sokerit, aminohapot, alkoholit). Seuraavaksi pieneliöt muokkaavat entsyymiensä avulla ravinnokeksi hiukan vaikeammin hajotettavat ainekset (proteiinit, tärkkelys, selluloosat, pektiini). Aineiden sisältämät alkuaineet vapautuvat hiilidioksidina ja mineraalisuoloina sekä vetenä. Vaikeasti hajoavat ainekset muuntuvat

vasta kompostin jäähtymisen ja tasaantumisen aikana (ligniinit, tanniinit, vahat). Kompostiaineiden humustuminen alkaa tässä vaiheessa. Ligniinit ovat hyvin vaikeasti hajoavia, eivätkä ne kompostin vaiheissa juurikaan muunnu. (Cobat ym. 2003, 344–345; Wolf & Snyder 2003, 19–24.)

Paljon ligniiniä sisältävät ainekset, kuten lehdet, oksat ja muut puiset tai rakenteelliset kasviainekset ovat hyviä kompostissa. Silputtuna tai murskattuna ligniinipitoiset ainekset muodostavat ilmavia massoja, joissa hapellinen hajoaminen voi tapahtua. (Cobat ym., 2003, 340–341.)



Kuva 4. Lämpötilan, mikrobitoiminnan ja happamuuden vaihtelu kompostin vaiheiden aikana. (Halisen & Tontin Biddlestone & Gray 1985, Paatero ym. 1984 ja Venelampi ym. 2002, teoksista mukailema kaavio,13)

Kompostoitumisprosessi voi hidastua tai pysähtyä kokonaan, jos prosessista loppuvat sitä edellyttävät typpi tai happi (tai molemmat). Kompostimassan liiallinen kuivuminen tai liika märkyys estävät myös prosessin kulun. Sopiva kompostimassan kosteus on noin 50–70 %. Liian kuivassa kompostoituminen pysähtyy, mutta alkaa uudelleen, kun kompostin kosteus palautuu. Liian märässä kompostissa ilmatilan valtaa vesi ja syntyneessä hapettomassa tilassa alkaa mätäneminen. Mätänemisen voi pysäyttää lisäämällä kompostimassaan kuivia ligniinipitoisia aineksia, kuten oksahaketta. Lisäyksen yhteydessä kompostimassa samalla hapettuu uudelleen ja kompostoituminen jatkuu. (Wolf & Snyder 2003, 180–182; Cobat ym. 2003, 342; Laulumaa 2017.)

Kompostiaineksen tilavuus vähenee kompostoitumisen aikana yleensä n. 50 %. Sirviö sekä Wolf & Snyder mainitsevat kompostin tilavuuden vähenemäksi lähes 50 % (Sirviö 2004, 76; Wolf & Snyder 2003, 178). Haastattelujen perusteella kompostin tilavuus vähenee 20–70 % kompostoitumisprosessin aikana. (Pulkkinen 2017; Koponen 2017.) Kompostin tilavuuden pieneneminen ja syntyneen kompostin laatu vaihtelevat lähtöaineiden mukaan. Paljon multaa sisältävässä kitkentäjätteessä on paljon kivennäisaineksia. Tällainen komposti ei luonnollisesti pienene tilavuudeltaan yhtä paljon, kuin mullattomasta kasvijätteestä, kuten esimerkiksi lehtimassasta, pääosin muodostuva komposti. (Pulkkinen 2017; Koponen 2017; Laulumaa 2017; Sirviö 2004, 77).

#### 4.2 Kompostin hygieenisuus

Tarpeeksi kuumassa kompostissa ihmis-, eläin- ja kasviperäiset taudin aiheuttajaorganismit kuolevat (Cobat ym. 2003, 345). Sirviön mukaan valtaosa taudinaiheuttajista kuolee, kun kompostin lämpötila on +55–60 °C muutaman päivän ajan (Sirviö 2004, 79). Halisen ja Tontin selvityksen mukaan useimmat patogeeneit eivät kestä termofiilivaiheen lämpötilan nousua. Selvityksen lähteenä käytetyn Dumontet ym. (1999) mukaan kolmen päivän ajan kestävä yli +55 °C lämpötila hygienisoi tehokkaasti kompostimassan. (Halinen& Tontti 2006, 14)

Lannoitevalmistelaki ja -asetus asettavat hygieenisuusvaatimuksia komposteille. Valmiissa komposteissa ei saa esiintyä salmonellaa tai kolibakteereja määrättyjä raja-arvoja ylittäviä määriä. Kuva 5 Maa- ja metsätalousministeriön määrittämistä raja-arvoista. (MMM 24/11, 25.)

Taudinaiheuttaja/indikaattori	Enimmäismäärä
Salmonella <i>Escherichia coli</i>	Ei todettavissa 25 grammassa näytettä 1000 pmy/g ja alle 100 pmy/g ammattimaiseen kasvihuoneviljelyyn tarkoitetuissa kasvualustoissa, joissa syötävät kasvinosat ovat suoraan kosketuksissa kasvualustaan

Kuva 5. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen perusteella sallittujen epäpuhtauksien enimmäismäärät (MMM 24/11, 25).

Kompostista voi helposti selvitä elävänä esimerkiksi home *Aspergillus fumigatus*, joka aiheuttaa homepölykeuhkoa. Home viihtyy etenkin +35–50 °C kuolee ja vasta yli +60 °C. Sitä esiintyykin suuria määriä avokompostiaumojen pintakerroksessa, jossa lämpötila ei muodostu tarpeeksi korkeaksi. Työturvallisuussyistä kompostin hoitotyössä on käytettävä hengityssuojainta, eivätkä immuunivajauksesta kärsivät, syöpää sairastavat ja allergiset ihmiset saisi tehdä kompostin hoitotyötä. (Cobat ym. 2003, 346.)

### 4.3 Kompostointimenetelmiä

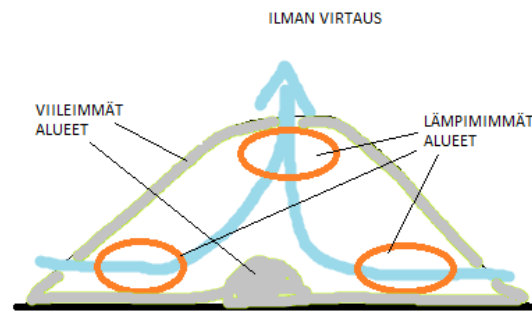
Laitoskompostointiin suunnitelluissa prosesseissa, kuten tunnelikompostissa kompostointi tapahtuu suljetussa tilassa automatiikan avulla ilmastettuna ja valvottuna. Laitokset vaativat investointeja rakennuksiin ja tekniikkaan. (Sirviö 2004,79.) Cobat ym. toteavat, että erilaisia malleja bioreaktorikompostointiin on kokeiltu, mutta niissä on usein ongelmia. Hyvän kompostoitumisen takaamiseksi koko massan pitäisi olla yhtä aikaa hapellista. Massan sekoittaminen ja varsinkin ilmastuksen säätely kompostilaitoksessa on vaikeaa. (Cobat ym. 2003, 349.)

Tunnelikompostointi kestää 2–3 viikkoa, jonka jälkeen komposti siirretään kypsymään. Kypsymisvaihe kestää muutaman kuukauden tai korkeintaan puoli vuotta. Tilantarve on tunnelikompostoinnissa aumakompostointia vähäisempi. (Sirviö 2004,79.)

### 4.4 Aumankompostointi

Aumoissa kompostoiminen on yksinkertainen ja edullinen kompostointitapa. Aumakompostointi vaatii myös (kuten laitoskompostointikin) ympäristöluvan ja kompostin hoitoon perehtyneen työntekijän. Hallittu kompostoitumisprosessi saavutetaan, kun aumassa on riittävästi hapetta palamiseen, riittävästi ravinteita mikrobitoimintaa varten ja tarpeeksi kosteutta. Karkeaa ainetta tulee olla riittävästi suhteessa tiiviimpään, tuoreeseen ja ravinteikkaaseen kasvijätteeseen. Kaikkien ominaisuuksien ollessa tasapainossa, nousee lämpötila kompostissa nopeasti ja säilyy muutaman päivän tavoitelämpötilassa +55–60 °C, jossa kompostimassa hygienisoituu. Lämpötilaa on seurattava mittamalla auman kyljestä, sen korkeuden puolivälistä, tasaisin välein. Mittaustulokset voidaan esittää käyränä, josta näkyy helposti kompostin vaiheiden kehitys. Auman käännot tehdään aluksi kahden viikon välein ja muutaman alkukäännön jälkeen neljän viikon välein. (Sirviö 2004, 78-79; Laulumaa 2017.)

Aumakomposti on pinnoitetulle alueelle muodostettu, päästään kolmionmuotoinen pitkä kasa. (Kuva 6, s.13.) Kasan sopiva korkeus on noin 1 m–2 m, jotta ilmastuminen onnistuisi, eikä kasan paino heikentäisi ilmastumista. Aumaa käännetään säännöllisesti hyvän ilmavuuden säilyttämisen takia, ja jotta koko auman massa olisi jossakin vaiheessa auman kuumassa keskustassa. (Cobat ym. 2003, 348; Laulumaa 2017.) Laulumaa tähdentää typen lisäyksen tärkeyttä, jotta tehokas mikrobitoiminta olisi aumassa mahdollista ja varmistettaisiin kompostoitumisen nopea alkuunlähtö (Laulumaa 2017).



Kuva 6. Kaavakuva kompostiauman leikkauksesta, josta voi todeta auman ilmavuuden vaikutuksen lämpötiloihin eri kohdissa aumaa. Auman kääntelyllä pyritään varmistamaan, että koko massa päätyy auman kuumaan kohtaan kompostoinnin aikana. (Mukailtu kaavakuvasta, Cobat ym. 2003, 344)

#### 4.5 Kompostin valmistumisen määrittäminen

Raaka komposti lisää raskasmetallien liukoisuutta maaperässä, aiheuttaa happivajausta kasveille ja sisältää myös fytotoksisia, eli kasveille myrkyllisiä aineita. (Albers, Helle, Varpula, Itävaara, Kapanen, Vikman 2003, 13.) Kompostin valmistumisen määrittelyyn ei riitä vain yhden tekijän mittaaminen, sillä ongelmat kompostissa voivat myös johtaa kypsän kompostin tuloksia vastaaviin mittaustuloksiin. Esimerkiksi lämpötilan vakiintuminen matalaan tasoon voi johtua hapen puutteesta kompostissa, mikä johtaa kompostoitumisreaktion pysähtymiseen.

Kompostin valmistumisen merkkeinä pidetään kompostin stabiiliisuutta ja kypsyttä. Stabiilius kuvaa lähinnä mikrobitoiminnan runsautta tai joissakin lähteissä myös kompostin ominaisuuksia kasvituo-  
tannossa käytettäessä. Kypsyys sen sijaan käsitteenä sisältää mikrobitoiminnan lisäksi myös kompostin fytotoksisuuden, eli haitallisuuden kasveille. Halisen ja Tontin selvityksen mukaan ”biohajoamisen aste”-käsitettä on ehdotettu kompostin valmistumisen määritelmäksi, sillä se kuvaisi paremmin orgaanisten aineiden hajoamisen tasaantumista kasvituo-  
tannossa käyttökelpoiselle tasolle. (Halinen & Tontti 2004)

Kompostin lämpötilan vakiintuminen on eräs merkki kompostin valmistumisesta (Hänninen, Harju, Paajanen, Pietikäinen, Lahtinen, Jyränkö & Mälkönen 1987, 105, 108). Lämpötilan vakiintuminen, vaikka prosessissa riittävät happi, typpi ja kosteus, ilmaisee kompostin valmistumista. Lämpöä tuottava mikrobitoiminta on siis loppunut hel-  
posti hajotettavan aineksen loputtua kompostista.

Idätyskokeella voidaan selvittää, onko kompostimassassa vielä keskeneräiselle kompostille ominaista fytotoksisuutta, eli kasvien kasvun estävää kemiallista koostumusta. Kokeiden perusteella fytotoksisuus

hävisi kompostista aktiivisen kompostoitumisen päätyttyä eli kun kompostin lämpötila oli vakiintunut (Hänninen ym. 1987, 108).

Kompostin kypsyyttä voi määrittää mittaamalla kompostin CO<sub>2</sub> – tuottoa. Kompostin aineiden sisältämä hiili muuttuu kompostoitumisen aikana osin hiilidioksidiksi. Hiilidioksidin muodostuminen onkin eräs merkki kompostin keskeneräisyydestä. Kypsässä kompostissa CO<sub>2</sub> – tuotto on alle 2 mg C/g VS/vuorokaudessa. (VS eli volatile solids tarkoittaa haihtuvaa kiinteää ainetta.) Määrittäminen voidaan tehdä laboratorioanalyyseissä. (Itävaara, Vikman, Kapanen, Venelampi & Vuorinen 2006, 27).

Typhen tilanne, jota seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) kuvataan, on eräs merkki valmiista kompostista (Cobat ym. 2003, 350). Typpi on raa'assa kompostissa ammoniakkinen tai ammonium-muodossa. Kompostin kypsyessä typpi esiintyy yhä enemmän nitraatti- ja nitriittimuodossa ammoniummuotoisen typen sijaan. (Halinen & Tontti 2004, 21). Vähentämällä analyyseissä mitatusta liukoisen typen määrästä nitraattitypen osuus saadaan selville ammoniumtypen määrä. Vertaamalla lukuja voidaan arvioida kompostin valmiutta typen esiintymismuotojen perusteella. Nitraattitypen ja ammoniumtypen suhteen ollessa yli 1 on komposti kypsää. Arvot 0,5–1,0 ilmentävät keskeneräistä, vielä kypsyessä olevaa, tuorekompostia. (Laulumaa 2017; Itävaara ym. 2006, 21)

Hiilen ja typen suhde toisiinsa on kompostin lähtöaineiden mukaan erilainen. Hyvä kompostin aloituksen hiili-typpi- suhde, eli C: N – suhde, on 30: 1 tai vähemmän. Valmiilla kompostilla C: N on lähellä 10: 1 Wolfin ja Snyderin mukaan ja Cobat ym. mukaan 10:1–20:1. (Wolf & Snyder 2003, 179,182; Cobat ym. 2003, 350) Kompostin lähtöaineiden koostumus vaikuttaa C: N-suhteeseen ja sen kehittymiseen kompostoitumisen edetessä.

Taulukko 2. Valmiin kompostin keskimääräisiä ominaisuuksia (Cobat ym. 2003, 350)

VALMIIN KOMPOSTIN OMINAISUUKSIA	
Kuiva-ainetta % tuorepainosta	55-70
Tuorepaino g/L-1	500-800
Kosteus %	45-65
Orgaaninen aine % kuiva-aineesta	20-40
C/N- suhde	10-20
pH	7-8
Kokonais N % kuiva-aineesta	0,5-1,8
Fosfori % kuiva-aineesta	0,4-1,0
Kalium % kuiva-aineesta	0,6-1,8
Magnesium % kuiva-aineesta	0,7-3,0
Kalsium % kuiva-aineesta	3-12

#### 4.6 Biohiilen käyttö kompostissa

Biohiili on huokoista hiilipitoista materiaalia, jota tuotetaan pyrolyysin avulla erilaisista biomassoista, kuten puu- tai maatalousjätteestä (Mäkinen P. 2016, 10; Tammeorg 2014, 6). Pyrolyysissä orgaanisia aineita kuumennetaan hapettomissa olosuhteissa hitaasti eri lähteiden mukaan noin 350–500 °C (Mäkinen P. 2016, 11; RPK Hiili Oy 2017).

Biohiilen lisäämisen vaikutuksia kompostointiprosessiin on tutkittu laitosmittakaavan tunnelikompostoinnissa. Mäkisen kokeessa todettiin biohiilen lisäyksen nopeuttavan kompostoitumista, nostavan kompostin lämpötilaa, lisäävän kompostimassan kuiva-ainepitoisuutta ja ilmaavuutta, nopeuttavan kompostimassan stabiloitumista, mutta lisäävän myös ammoniakkin haihtumista. (Mäkinen P. 2016, 38–43.) Tammeorgin mukaan Biohiilen lisäys syksyllä orgaanisen lannoitteen lisäyksen kanssa voisi estää typen huuhtoutumista, mutta ei vaikuttaisi kasvien typensaantiin enää keväällä. (Tammeorg 2014, 42.)

Biohiilen käyttö kompostissa olisi kannattavaa lähinnä omassa tuotannossa valmistetun biohiilen osalta. Biohiilen hankkiminen ostotuotteena vähentää biohiilen käytön taloudellista kannattavuutta käytön hyötyihin nähden liikaa. (Mäkinen P. 2016, 38–43.)

#### 4.7 Urean käyttö kompostissa

Urea on hyvin typpipitoista virtsa-ainetta, jota kutsutaan myös karbamiidiksi. Urean käytöllä voidaan kompostissa korvata muita hyvin paljon typpeä sisältäviä aineksia, kuten lantaa ja virtsaa. Ureaa myydään esimerkiksi rakeistettuna muovisäkkeihin pakattuna tuotteena. (UNEP n.d; Yara n.d; Green Care n.d.)

Ureaa lisätään kompostiaumaan heti auman kerryttyä, jotta kompostoituminen lähtisi nopeammin käyntiin. Ureaa lisätään aina kasvijätettä lisättäessä, jotta prosessissa on koko ajan kompostoitumiseen riittävä määrä typpeä saatavilla. (Laulumaa 2017.)

Lämpötilamittauksen avulla saadaan tietoa prosessin lämpötilasta. Lämpötilan laskeminen kompostoinnin alkuvaiheessa on merkki mikrobitoiminnan hidastumisesta, joka saattaa johtua typen tai hapen loppumisesta. Komposti ilmaus kääntämällä ja typen lisäys ureaa lisäämällä saavat prosessin uudelleen käyntiin. (Laulumaa 2017.)

## 5 KOMPOSTIN KÄYTTÖ

Cobat ym. toteaa vaikeaksi antaa yleispäteviä ohjeita kompostin käyttöön valmiiden kompostien erilaisuuden vuoksi. Kompostin kemiallinen sisältö on tutkittava, jotta kokonaishiilen, typen, fosforin ja kaliumin pitoisuudet saadaan selville. Kompostin kypsyys on myös määritettävä ja tiedettävä sen maan ravinnetaso, johon kompostia on suunniteltu lisättävän. Keskeneneräisen kompostin lisääminen voi estää siementen itämistä ja kuluttaa maan mineraalisuolavaroja, joita kasvilisäys tarvitsee kasvuunsa. Kompostilisän määrä riippuu hyvin paljon kompostin ravinteikkuudesta, mutta yleensä määrät liikkuvat 20–100 t välillä vuodessa hehtaaria kohden. Kompostinlisäys keväällä tai alkukesällä vähentää ravinteiden huuhtoutumisriskiä. (Cobat ym. 2003, 356.) Monivuotisille kasveille typen lisääminen loppukesällä tai syksyllä viivästyttää niiden tuleentumista ja talveen valmistumista. Myöhäinen typpilisä heikentää myös monivuotisten kasvien talvenkestävyyttä.

Cobat ym. mukaan kompostin lisäystä suositellaan kasvualustan pinnalle varsinkin, jos kerralla lisätään hyvin suuria määriä (200–300 t/ha). Pintalisäyksessä juuristo ei joudu kilpailemaan tpestä kompostin pieneliöstön kanssa. Lisäksi pintalisäys vähentää sateen aiheuttamaa pintamaan mineraalisuolojen huuhtoutumista, maan eroosiota ja maan kuorettumista. Pieniä määriä usein lisätessä on parempi muokata komposti pintamaan sekaan. (Cobat ym. 2003, 356.)

Cobat ym. mainitsemaa ohjetta on sovellettava lisättäessä kompostia monivuotisten kasvien, kuten perennojen ja pensaiden kasvualustoille. Juuriston vioittuminen on todennäköistä, jos tiiviissä kasvustossa yritetään muokata kompostia pintamaan sekaan. Pintalisäys tuo paremman hyödyn viheralueilla ja Laulumaa toteaa myös lierojen sekoittavan kompostin pintamaahan varsin nopeasti ja tehokkaasti. Lie-ro populaatio myös lisääntyy maassa pintalisäyksen avulla. (Laulumaa 2017.)

Maanparannuksen ja maan kunnon ylläpidon lisäksi kompostia voi käyttää kasvualustojen teossa. Kompostin käytöllä voidaan vähentää riippuvuutta esimerkiksi ulkomaisista tuontimateriaaleista. Eviran raportti mainitsee ulkomailta tuodut kasviperäiset tuotteet mahdollisina kasvintuhoojien leviämisyhteyksinä. Orgaanisia lannoitevalmisteita, kuten kasviperäisiä kasvualustoja, katteita, lannoitteita ja lannoitteiden raaka-aineita, tuotiin ulkomailta vuosina 2007–2011 keskimäärin 400 000 kg vuodessa pääosin EU:n alueelta. (Evira 2014, 38–39.)



## 6 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MUU KOMPOSTOINTIIN LIITYVÄ OHJAUS

Komposti käsitetään lainsäädännössä orgaaniseksi lannoitevalmisteksi, maanparannusaineeksi, kasvualustaksi tai seosmullaksi ominaisuuksiensa ja käyttötarkoituksensa mukaan. (Maa- ja metsätalousministeriö 2011).

Kompostin käytöstä säädetään vain lannoitevalmistelaissa ja -asetuksessa suoraan, mutta ympäristön suojeleminen pilaantumiselta, roskaantumiselta, vieraslajien leviämiseltä ja muulta haitalta mainitaan eri laeissa. Toimijoiden vastuusta haittojen ehkäisemiseksi mainitaan myös eri laeissa.

### 6.1 Jätelainsäädäntö

Jätelain määritelmän perusteella valmis komposti on sivutuote, eikä jäte, jos sen jatkokäytöstä on varmuus, sitä voidaan käyttää muuntelemattomana, se syntyy prosessin olennaisena osana, sekä se täyttää sille suunnitellussa käytössä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset. Kompostin käyttö ei jätelainkaan perusteella saa aiheuttaa haittaa terveydelle, eikä ympäristölle. (Jätelaki 2011/646).

Jätelain (2011/646) päätavoitteena on jätteestä aiheutuvien vaarojen ja haittojen ehkäiseminen, luonnonvarojen kestävä käytön edistäminen ja roskaisuuden ehkäiseminen (jätelaki 2011/646, 1§). Lain määritelmän mukaan puisto- ja puutarhajäte on sivutuote, kunhan se muutoin täyttää ympäristön- ja terveydensuojelun vaatimukset.

Valtioneuvoston asetus jätteistä (VNA 179/12) säädetään jätelain (2011/646) nojalla. Asetus määrittelee biologisesti hajoavan puutarha- ja puistojätteen biojätteeksi (1§,3).

Jätedirektiivin (2008/98/EC) ...”tarkoituksena on suojella ympäristöä ja ihmisten terveyttä korostamalla asianmukaisen jätehuollon, jätteiden hyödyntämisen ja kierrätystekniikan tärkeyttä luonnonvaroihin kohdistuvien paineiden vähentämiseksi ja luonnonvarojen käytön parantamiseksi.” Jätedirektiivi määrittelee kompostin sivutuotteeksi, eikä laki siten koske kompostin käsittelyä ja käyttöä. Kompostointi sinänsä tosin parantaa luonnonvarojen käyttöä ja vähentää niihin kohdistuvia paineita.

## 6.2 Lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö

Euroopan unionin lannoiteasetuksen (EY No 2003/2003) täytäntöönpanoa ja valvontaa toteuttavassa Lannoitevalmistelaissa (539/2006) säädetään:

- lannoitevalmisteista (mm. maanparannusaineista ja kasvualustoista)
- maanparannusaineista (aineet, joita lisätään maahan sen fysikaalisten ominaisuuksien ylläpitämiseksi tai parantamiseksi tai lisäämään maan biologista toimintaa)
- kasvualustoista (tekniisesti käsiteltyt, esim. kompostoidut, aineet, joita käytetään kasvien kasvatukseen ja joihin on tai voi olla lisätty muita lannoitevalmisteita)
- kalkitusaineista
- mikrobivalmisteista

Lannoitevalmisteiden on tämä lain mukaan oltava tasalaatuisia, turvallisia ja niiden on täytettävä niille asetetut vaatimukset. Ne eivät saa sisältää ihmisten ja eläinten sekä ympäristön turvallisuudelle haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä (5§). Toiminnan harjoittajalla on ilmoitusvelvollisuus toiminnastaan, josta on myös pidettävä kirjanpitoa tarkastuksia ja vuosittaisia raportteja varten (11§, 12§). Toiminnan harjoittajalla on myös omaoikeusvelvollisuus (13§). Laki lannoitevalmistelain muuttamisesta (520/2015) tuo helpotuksia toiminnanharjoittajille, jotka harjoittavat yksinomaan tukku- tai vähittäiskauppatoimintaa taikka yksinomaan varastoivat, kuljettavat tai käyttävät lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita. Ilmoitusvelvollisuus, tiedostonpito-velvollisuus ja omaoikeusvelvollisuus eivät koske edellä mainittuja toimijoita (11§, 12§, 13§). (Laki lannoitevalmistelain muuttamisesta 2015).

11§ Ilmoitusvelvollisuus: Ilmoitusvelvollisuus ei kuitenkaan koske toiminnanharjoittajia, jotka harjoittavat yksinomaan tukku- tai vähittäiskauppatoimintaa taikka yksinomaan varastoivat, kuljettavat tai käyttävät lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita, ellei lannoiteasetuksen säännöksissä edellytetä ilmoittamista. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksella annetaan tarkemmat säännökset ilmoituksen sisällöstä ja tekemisestä.

Lannoitevalmisteasetuksen (MMM 24/11) liitteessä luetellaan lannoitevalmisteiden tyyppinimiryhmät ja niitä koskevat vaatimukset. Lisäksi §2 mukaisesti valmistettaessa lannoitevalmisteita sekoittamalla yhtä tai useampaa lannoitevalmistetta keskenään, kunkin raaka-aineen on täytettävä asetuksen mukaiset yleiset laatuvaatimukset ja liitteen VI vaatimukset. (Maa- ja metsätalousministeriö 2011, 2).

### 6.3 Nitraatteja koskeva lainsäädäntö

Nitraattidirektiivi (91/676/EEC) ohjaa lähinnä maataloudesta peräisin olevien valumiin vähentämiseen, jolla vesien rehevöitymistä erityisesti nitraattien osalta voitaisiin hillitä. Valtioneuvoston nitraattiasetus (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (VNA 1261/2015)) perustuu nitraattidirektiiviin.

### 6.4 Ympäristön -ja terveydensuojelulainsäädäntö

Ympäristönsuojelulain (527/2014) tarkoitus on ehkäistä ympäristön pilaantumista, poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja. Myös kestävä kehityksen edistäminen, luonnon taloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö sekä ilmastomuutoksen torjuminen ovat ympäristönsuojelulain tavoitteita (ympäristönsuojelulaki 527/2014, 1§). Laki sisältää myös maaperän pilaamiskiellon (16§) ja pohjaveden pilaamiskiellon (17§). Ammattimainen tai laitosten kompostin käsittely vaatii ympäristönsuojelulain perusteella aina ympäristöluvan (Ympäristönsuojelulaki, liite 1, s.11 taulukko 2, f).

Terveydensuojelulain (763/1994) tarkoituksena on suojella ja edistää väestön terveyttä ja ehkäistä, vähentää sekä poistaa ympäristöstä tekijöitä, jotka vaarantavat tai vähentävät elinympäristöjen terveellisyyttä (1§). Toiminnanharjoittajan on tunnistettava toimintansa vaikutukset ympäristölle ja 1.1.2017 voimaan tulleen uusitun 2§ (942/2016) perusteella mm. omavalvonnalla seurattava toimintaansa.

### 6.5 Kasvinterveyttä ja vieraslajeja koskeva lainsäädäntö

Kasvinterveyden suojelemisesta annettu lain (702/2003) tavoite on pyrkiä edistämään kasvien terveyttä sekä estämään kasvitautien ja tuholaisten leviämisen kasvien tuotannon, maahantuonnin ja myynnin myötä. Laissa ei varsinaisesti säädetä puutarhojen ja puistojen osalta, mutta lailla on välillinen vaikutus. Terveiden taimien käyttäminen istutuksissa on tärkeää, jotta kasvimassojen mukana ei kulkeutuisi haitallisia kasvitaukeja ja tuholaisia kompostiin. Kompostin käytössä kasvialustasekoituksissa voisivat taudit ja tuholaiset levitä ympäristöön.

Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta (1709/2015) pohjautuu EU:n vieraslakiasetukseen (1143/2014/EU). Lain avulla pyritään ennalta ehkäisemään ja hillitsemään vieraslajien tuonti ja leviäminen. Vieraslajien luontoon päästäminen kielletään ja kiinteistön omistaja ja

haltija velvoitetaan huolehtimaan vieraslajin hävittämisestä alueeltaan.

## 7 STARAN KOMPOSTIT

Staran kompostit muodostuvat yksinomaan puutarhajätteestä. Kompostointiin ei käytetä lantaa tai sidosaineita. Kuiva kompostimassa saadaan kompostoitumisen alkuun kääntämällä kosteampaa massaa kuivien aineiden väliin ja päälle kerroksittain. (Pulkkinen 2017; Koponen 2017.)

Rakennusviraston tilaus on määritellyt kasvijättemassat urakoitsijan, eli Staran omistukseen. Uudessa organisaatiossa nykyinen tilaaja, Kaupunkiympäristötoimiala, jatkaa ainakin aluksi samaa toimintatapaa. Stara kompostoi kasvijätteet itse ja käyttää valmiin kompostin omassa toiminnassaan. (Mäkinen, S. 2017.)

Kompostoitava biomassa kertyy hoidon yhteydessä, mutta kompostia käytetään pääosin viherrakentamisessa. Staran internetsivujen tietojen mukaan Stara rakensi vuonna 2016 katuviheralueita 2,8 hehtaaria ja puistoja 39,4 hehtaaria (Stara 2017). Kompostia on käytetty viime vuosina suuria määriä esimerkiksi Vuosaaren vanhan kaatopaikan maisemointiin ja liikenneväylien meluvallien rakenteisiin (Mäkinen S. 2016, 2017). Itäisen aluetoimiston alueella, kartanoalueiden hoitoryhmässä, käytetään kompostia myös pensasryhmien ja kesän kausi-istutusten kasvualustan pinnalla katteena ja orgaanisen aineen lisänä (Pallonen 2016).

### 7.1 Kompostien määrittely

Staran komposteissa on yleensä ollut paljon kivennäismaa-aineksia ja vähän orgaanisia aineksia. Kompostit määritellään yleensä ominaisuuksiensa perusteella orgaanisiksi lannoitteiksi, orgaanisiksi maanparannusaineiksi tai seosmulliksi. Orgaaniset tuotteet sisältävät merkittäviä määriä orgaanista ainetta lannoitevalmisteasetuksen luokituksessa. Seuraavissa alaluvuissa (7.1.1–7.1.4) verrataan osana tämän opinnäytetyön tutkimusosuutta teetettyjen analyysitulosten perusteella Staran komposteja lainsäädännön määritelmiin. Kompostin määrittely Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 22/11 eli lannoitevalmisteasetuksen liitteen tyyppinimiryhmien perusteella:

### 7.1.1 Orgaaniset lannoitevalmisteet

Orgaaninen kasviperäinen lannoite on teknisesti, kemiallisesti tai sekoittamalla valmistettu tuote tyyppinimiluettelon mukaan (tyyppinimi 1B2/1). Orgaaninen lannoitevalmiste voi sisältää ravinteita, typpeä, fosforia ja kaliumia eri prosenttiosuuksilla, kuitenkin kutakin ilmoitettua ravinnetta pitää olla vähintään 1 %. (Evira 2016, 11.)

Staran kompostit voivat kuulua tähän kategoriaan, sillä ne on valmistettu teknisesti, niissä on ravinteita ja orgaanista ainetta. Kompostien ravinteikkuutta käytetään Starassa hyväksi kasvualustaseosten teossa sekoittamalla niitä niukkaravinteisiin maa-aineksiin (Viljanen 2016).

### 7.1.2 Maanparannusaineet

Tyyppiryhmä 3 maanparannusaineet ovat lannoitevalmisteita, joilla on vaikutus maaperän kemiallisiin, fysikaalisiin ja/tai biologisiin ominaisuuksiin. Maanparannusaineet voivat sisältää merkittäviä määriä pää- ja sivuravinteita. Orgaanisessa maanparannusaineessa (3A2) on oltava orgaanista ainetta hehkutushäviönä mitattuna vähintään 20 prosenttia. Staran komposteissa orgaanisen aineen määrä jää alle 20 %, joten ne eivät täytä orgaanisen maanparannusaineen kriteereitä. (Evira 2016, 24–25)

Maan rakennetta parantavat aineet (3A3) ovat niukkaravinteisia luonnon materiaaleista teknisesti käsittelemällä valmistettuja maanparannusaineita (Evira 2016, 27–28). Staran kompostit ovat teknisesti käsiteltyjä, sillä niitä esimerkiksi seulotaan koneellisesti. Kompostit voisivat joissakin tapauksissa toimia maanparannusaineina parantamalla huonompien maa-ainesten ravinnetasoa ja keventämällä raskaita maa-aineksia seosmullissa. Kompostit kuitenkin ovat hyvin ravinteikkaita sekä melko raskaita runsaan kivennäisainepitoisuutensa vuoksi. Siten Staran kompostit eivät kuulu tähän kategoriaan.

### 7.1.3 Kasvualustat

Tyyppinimiryhmä 5 kasvualustat ovat kasvien kasvatukseen tarkoitettuja teknisesti käsittelemällä valmistettuja aineksia. Tähän tyyppinimiryhmään Staran kompostit voivat kuulua sekä Eviran määritelmien, että laboratorioanalyysin tulosten perusteella. (Evira 2016, 34; Eurofins Viljavuuspalvelu laboratorion analyysitulokset 2017)

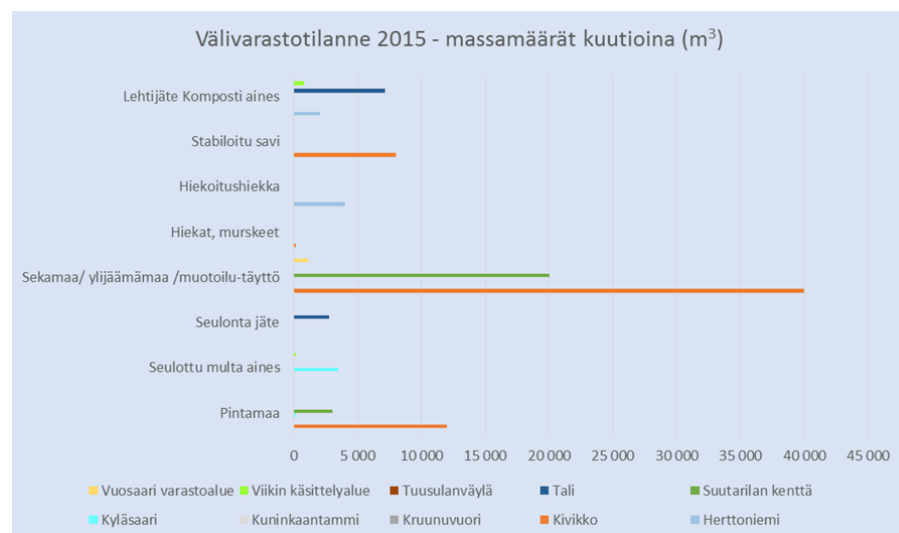
### 7.1.4 Seosmullat

Seosmullat (5A2) valmistetaan erilaisista maa-aineksista seostamalla. Seosmultiin voidaan lisätä muita lannoitevalmisteita. Hivenravinteet ilmoitetaan muissa lannoitevalmisteissa mg/kg kuiva-ainetta (pitoisuuden saa myös ilmoittaa tuorepainoa kohti). (Evira 2016, 35)

Staran kompostit voivat kuulua myös tähän tyyppinimiryhmään määritelmien ja analyysitulosten perusteella. Seosmultakäyttö on tyyppinimiryhmistä osuvin, sillä kompostia seostetaan muiden tarjolla olevien maamassojen kanssa. Seostamalla valmistetaan kuhunkin rakentamiskohteeseen sopiva ja alueelle istutettavaksi suunnitellun kasvillisuuden vaatimusten mukainen kasvualusta. (Evira 2016, 35–36; Viljanen 2016.)

## 7.2 Komposti massakirjanpidon osana

Starassa kompostit ovat verrattain pieni osa toiminnassa muodostuvista maa-aineksista. Seuraava kuva (Kuva 7) massakirjanpidosta vuonna 2015 kuvaa maamassojen kokonaismäärää ja massojen jakautumista eri varastoalueille. Kuvasta ilmenee, että muidenkin massojen käytön tehostaminen on tarpeen. Kasvualustamateriaalit tosin muodostavat hyvin pienen osan sekä katurakentamisessa, että viherrakentamisessa käytettävistä massoista. Puiston rakentamisessakin valtaosa massoista on pohjarakenteiden soria ja murskeita. Multainen pinta-maa on istutettavasta kasvillisuudesta riippuen 15–100 cm vahvuinen (Tajakka 2011, 46).



Kuva 7. Väliavarastoissa olevat eri maa-ainekset ja massamäärät kuutioit-tain (m<sup>3</sup>) vuonna 2015. Kompostia oli Viikin käsittelyalueella, Ta-lissa ja Herttoniemessä (Kuva Tanja Lambe. Lambe 2016, 6).

Kompostointiluvat ovat opinnäytetyön teon hetkellä voimassa neljällä maa-ainesten käsittelyalueella (Lambe 2017). Starassa kompostointi tapahtuu asfaltoiduilla kentillä, joissa on erottelva (hiekan- ja öljynerotus) viemärointi (Viikin ympäristölupa 2014, 8). Kompostointialueita on Starassa kolme, jokaisella aluetoimistolla omansa. Edellisen kuvan (Kuva 7, s.22) esittämän vuoden 2015 varastotilanteen perusteella kompostia valmistuu eniten läntisen Helsingin varastoalueella. Kahden muun alueen kompostin tuotanto on yhteenkin laskettuna pienempää. (Lambe 2016.)

### 7.3 Kompostiin kerättävät kasvimassat Starassa

Staran kompostit muodostuvat kasvimassoista, joita katujen, puistojen ja muiden yleisten alueiden hoidon yhteydessä kerätään pois. Alueiden kevätkunnostuksessa kerätään kompostiin hiekka-alueilta ja katujen varsilta tuulen kuljettamat syksyn lehdet, puista varisseet neulaset, ohuet oksat, kävyt ja muu kasviaines kaikissa hoitoluokissa. (Viherympäristöliitto 2014, 14–78.)

A1 hoitoluokassa olevilta nurmikoilta kerätään kaikki edelliseltä syksyltä maahan jäänyt näkyvä irtoaines. A2 hoitoluokassa nurmen kasvua ja käyttöä häiritsevä aines poistetaan. A3 alueilla hoitoa ja kasvua oleellisesti haittaava aines kerätään pois. Talven lumitöissä tapahtuneiden aurausvaurioiden jälkiä paikattaessa keväällä kerätään nurmenpalat myös kompostiin (Viherympäristöliitto 2014, 18–19). Syksyn kausi-istutukset poistetaan keväällä roudan sulettua. Keväisin vaihdetaan kausikasvien kasvualustat, joko juuristosyvytyltä tai kokonaan tarpeen mukaan (Viherympäristöliitto 2014, 26). Ryhmäruusujen kevätkunnostuksessa eloperäinen aines poistetaan kasvualustalta, ruusut leikataan, leikkausjäte kerätään pois ja kuolleet kasvit poistetaan (Viherympäristöliitto 2014, 28). Perennaryhmissä A1 hoitoluokassa kerätään kaikki kuihtunut kasvimassa pois. A2 alueilla perennaryhmän kasvualustalle voi jättää kasvimassaa silputtuna ja A3 alueilla vain huomattava kasvijäte poistetaan. (Viherympäristöliitto 2014, 33). Pensasryhmistä poistetaan eloperäinen aines vain A1 hoitoluokassa (Viherympäristöliitto 2014, 42). Köynnösten kasvualustalta poistetaan kaikki eloperäinen sinne kuulumaton aines kevätkunnostuksessa kaikissa hoitoluokissa. (Viherympäristöliitto 2014, 47.)

Kesän hoitotöistä kompostiin kerätään A1 hoitoalueilta ruohonleikkuujäte ja istutusryhmien kitkentä- ja leikkausjäte sekä leikattavien pensasaitojen leikkuujäte. Nurmikoiden ja istutusalueiden rajauksista ja istutusten siistimisleikkauksista muodostuu myös kompostoitavia massoja. (Viherympäristöliitto 2014, 18–48). Kausikasvien, kuten kevät- ja kesäkukkaryhmien, hoidosta ja poistosta muodostuu tuoretta kasvimassaa kompostiin (Viherympäristöliitto 2014, 26). Loppukesästä, lintudirektiivin mukaisen pesimisrauhan (1.4–31.7) loputtua, niitetään

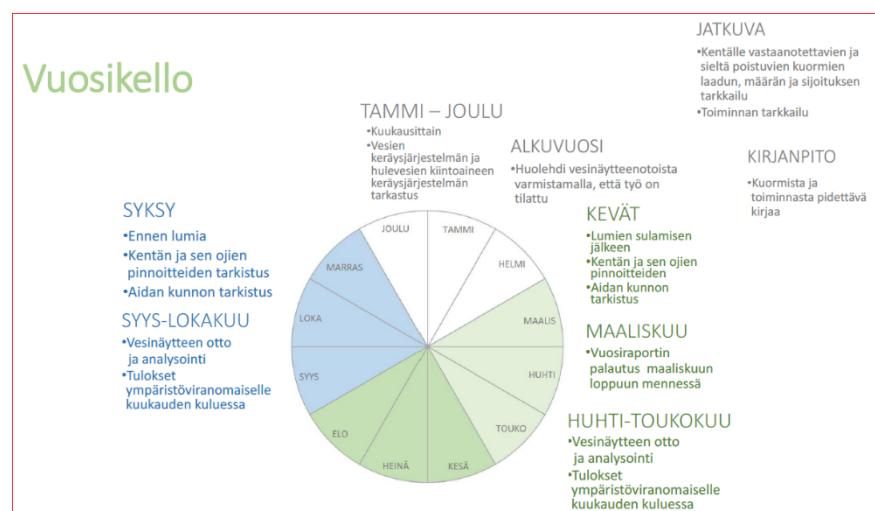
niittyalueet. Käyttöniityiltä (B2 hoitoluokka) ja arvoniityiltä (B5 hoitoluokka) kerätään niittojäte pois kompostoitavaksi. Arvoniityiltä leikkuujäte kerätään vasta niittykasvien siementen varistua maahan, muilta niityiltä tarvittaessa kahden viikon kuluessa niitosta, mahdollisimman kuivana (Viherympäristöliitto 2014, 64–79).

Syksyllä kerätään puista pudonneita lehtiä kovilta pinnoilta, kuten asfaltoiduilta, kivetyiltä ja hiekkapintaisilta kulkuväyliltä, aukioilta ja toreilta sekä lasten leikkipaikoilta. Pensasalueille ja nurmikoille lehtimassoja voi silputa muissa kuin A1 hoitoluokassa. (Viherympäristöliitto 2014, 19–44.)

Määrältään suurin kasvijätelaji on lehtimassa, jota muodostuu enemmän kuin muuta kasvimassaa yhteensä. Pulkisen mukaan läntisessä Helsingissä (Kuva 7, s. 22) kompostoitavasta kahdeksasta vuosittaisesta aumasta yksi on kitkentäjätettä ja muuta kesän aikana kerättyä kasvijätettä ja viidestä kuuteen aumaa yksinomaan lehtimassaa. Kaupunkirakenne on hiukan erilainen läntisen ja pohjoisen aluetoimiston alueilla (Kuva 7, s. 22), mutta todennäköisesti Viikkiin kerääntyvässä aumassa suhde massojen välillä on samankaltainen. (Pulkinen 2017.)

#### 7.4 Viikin kentän ympäristölupa

Staran Pohjoisen kaupunkitekniikan alueella syntyneet kasvijätemasat kompostoidaan Viikin varastokentällä. Vuodesta 2010 aluetta on käytetty puhtaiden maa- ja kiviainesten välivarastointi- ja käsittelypaikana, puutarhajätteen kompostointiin, puiden ja kantojen välivarastointiin ja haketukseen sekä murskaukseen. Alue toimii myös kaupunki-infran rakentamisen kappaletavaran varastoalueena. (Viikin ympäristölupa 2014, 4.)



Kuva 8. Vuosikello Viikin varastokenttää koskevista toimista. (Stara n.d. 2017.)



Viikin käsittelykenttä on aidattu ja lukittu. Kenttä on pinta-alaltaan 2,8 ha, sijaitsee Lahdenväylän läheisyydessä ja rajoittuu etelässä Natura 2000 alueeseen. Kentän rakennekerrokset alhaalta ylöspäin ovat: pohjamaa, pohjatuhka, kuitukangas, murske- ja päällystekerros. Tuhkakerros on levitetty jakavaan kerrokseen kentän ympärysoja lukuun ottamatta. Päällystekerros on yhteensä 100 mm vahvuinen ja muodostuu kahdesta asfalttikerroksesta. Ympärysoja on päällystetty 1,5 mm vahvuuisella HDPE-muovikalvolla ja valuasfalttibetonilla. Vuonna 2002 kentän pinnoitusta on vahvistettu lasikuitukankaalla ja uudella asfalttikerroksella. (ESAVI 2014, 5.)

Toiminnot	Määrä (t/a)	Jättenimike
Puhtaiden maa-ainesten, puujätteen ja puutarhajätteen vastaanotto ja välivarastointi	52 200	17 05 04, 20 02 01, 02 01 03
Puhtaiden maa-ainesten käsittely	50 000	17 05 04
Puutarhajätteen kompostointi	1 000	20 02 01
Kantojen murskaus ja risujen haketus	1 200	02 01 03

Kuva 9. Viikin kentän toiminnot, joille ympäristölupaa haettiin vuonna 2014. (ESAVI 2014, 5.)

Viikin kentän hoidosta vastaa vastuuhenkilö, joka myös pitää kirjaa ja valvoo tuotujen ja vietyjen massojen määriä ja laatua. (ESAVI 2014, 5. 2014, 5.) Kentällä voi varastoida kerrallaan enintään noin 5 000 m<sup>3</sup> materiaaleja. Kentällä tehtäviä toimia esitellään kuvassa 8 (s.24) ja yllä kuvassa 9 esittelee toiminnot, joille ympäristölupaa haettiin.

Sade- ja sulamisvedet kerätään kentän kallistusten avulla alueen reunojen avo-ojiin. Kentän länsipuolen ojaan kerätään myös välivarastointialueen vedet. Vedet pumpataan hiekan- ja öljynerotuskaivojen kautta pumppaamoon, josta vesi johdetaan lumenvastaanottoaltaan ja edelleen Helsingin Veden poistotunnelin kautta mereen. Allas ruopataan säännöllisesti. Erottimet tyhjennetään tarpeen mukaan kerran tai kaksi kertaa vuodessa. Erottimista poistettu jäte toimitetaan luvanvaraiseen vastaanottopaikkaan. (ESAVI 2014, 7–8.)

## 7.5 Kompostointi Viikin kentällä

Kompostoitavan kitkentä- ja lehtijätteen määrä on noin 1500 m<sup>3</sup>. Kasvijätettä kompostoidaan enintään 3 m korkeissa ja 6 m leveissä aumoissa. Kompostiaumoja seulotaan kerran tai kaksi vuosittain noin viikon ajan. (ESAVI 2014, 6.) Kompostiaumoihin ei lisätä ravinteita, eikä sidosaineita. Aumoja ilmastetaan kääntämällä aumoja säännöllisesti.

Kompostoinnin alkuvaiheessa aumoja käännellään 2–3 viikon välein, myöhemmin harvemmin. Kompostiaumoja ei peitetä. Kompostoituminen kestää keskimäärin 2 vuotta. Kompostoinnin lopussa massa seulotaan. Valmis komposti käytetään puistojen ja muiden yleisten alueiden kasvualustoissa tai muissa soveltuvissa käyttökohteissa. (ESAVI 2014, 7.)

Kompostia kasataan aumaan yleensä maansiirtotraktorilla. Maa-kauhalla kasataan aumaa kerääntymiskautena. Loppusyksystä auma muotoillaan ja jätetään talvehtimaan seuraavaan kevääseen. Keväällä, yleensä huhti-tai toukokuussa, aloitetaan auman kääntely. Kolmen-neljän viikon välein auma käännetään kokonaan ympäri koko kesän ajan. Syksyllä, säiden mukaan syys-lokakuussa, auma seulotaan ja siirretään Kyläsaareen ja aumataan jälkikypsytykseen. (Luopajarvi 2017; Koponen 2017.)

Kompostimassaa seulotaan ja murskataan seulalaitteella. Allu-laitteiden seulat ovat eri kokoja seulovia. Staran komposteja seulotaan 50 mm seulalla, koska pienempi seulakoko menisi tukkoon kompostista. Kauhassa on tunnistin, joka pysäyttää koneen liian suuren kovan esineen jouduttua seulaan. Tunnistimen avulla voidaan välttää seulan rikkoutuminen. (Koponen 2017.)



Kuva 10. Seulalaite, jonka tilavuus on 2,5 m<sup>3</sup>, varustettuna 50 mm seulalla. Murskaavat osat liikkuvat akselinsa ympäri hydraulisesti murskaten oksia ja paakkuja. (Kuva Marja Moisio 2017.)

## 8 KOMPOSTIN KÄYTÖN HAASTEITA

Kasvijätekompostin käyttöä voivat rajoittaa kompostin sisältämät raskasmetallit, kompostimassan roskaisuus, siinä mahdollisesti säilyneet rikkakasvien siemenet ja -juuret sekä etanoiden ja kotiloiden munat. Vieraslajien leviämisen uhka kasvaa ilmastonmuutoksen myötä. Kompostoinnin hyvä hallinta on edellytys kasvitautien, vieraslajien ja rikkakasvien leviämisen estämisessä.

### 8.1 Vieraslajit

Rikkakasvien siemeniä voi levitä peittämättömiin kompostiaumoihin tuulen tai eläinten levittämänä. Rikkakasvin siemeniä voi myös säilyä elävinä kompostista, jos koko kompostoitava massa ei kuumene kauttaaltaan. Erityisesti aumakompostissa auman liepeissä ja pintaosassa lämpö ei kohoa tarpeeksi. Kompostiauman käännoillä pyritään varmistamaan koko massan päätyminen kuumaan osaan hygieenisyyden, siementen itävyyden ja esimerkiksi nilviäisten munien tuhoutumisen varmistamiseksi. (Sirviö 2004, 79; Laulumaa 2017)

Maa- ja metsätalousministeriön Kansallinen vieraslajistrategia (2012) määrittelee vieraslajeiksi lajit, jotka ovat levinneet luontaisilta levinneisyysalueiltaan tahattomasti tai tahallisesti ihmisen myötävaikutuksesta. Usein lajit eivät pysty sopeutumaan uuteen elinympäristöönsä ja tuhoutuvat nopeasti. Jotkin lajit pystyvät muodostamaan lisääntyvän kannan ja vakiintuvat uuden ympäristönsä osaksi. Erityisen hyvin sopeutuvat lajit aiheuttavat uhan alkuperäisten lajien ja ekosysteemien elinvoimaisena säilymiselle sekä aiheuttavat vahinkoa viljelykasveille, metsätaloudelle tai muille elinkeinoille. Ne voivat haitata myös ihmisten ja eläinten terveyttä sekä vähentää kiinteistöjen arvoa. Niistä voi aiheutua myös sosiaalisia ja esteettisiä haittoja. Tällaisia haittoja aiheuttavia vierasperäisiä lajeja kutsutaan haitallisiksi vieraslajeiksi. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012, 4.)

Vieraslajistrategian mukaan varovaisuusperiaate vieraslajien kohdalla on tärkeää, koska myöhemmin vahinkojen korjaaminen on hyvin kallista tai jopa mahdotonta (Maa- ja metsätalousministeriö 2012, 11).

Vieraslajistrategian kolmitasoinen lähestymistapa:

- ennaltaehkäisy ja torjunta
- varhainen havaitseminen ja hävittäminen
- leviämisen estäminen ja jatkuvat rajoittamistoimet (Maa- ja metsätalousministeriö 2012, 15).

Vieraslajiportaali esitteli EU:n haitallisten vieraslajien luettelossa opinnäytetyön teon hetkellä kosteikkokasvi keltamajavankaalin (Lysichiton

americanus), persianjättiputken (*Heracleum persicum*) ja armenianjättiputken (*Heracleum sosnowskyi*). Portaalin kansallisessa haitallisten vieraslajien luettelossa opinnäytetyön teon aikaan mainittiin kasveista vain kaukasianjättiputki (*Heracleum mantegazzianum*). (Vieraslajiportaaali 2017.)

Kasvijätteen seassa mahdollisesti kompostiin päätyviä vieraslajeja ovat lisäksi ainakin seuraavat kasvit: muutkin kaksi jättiputkilajia sekä jättitattaret, (korkea-, kanadan- ja iso-) piiskut, karhunköynnös, ruttojuuret, (jätti-, rikka- ja lännen-) palsamit, kanukat, isopoimulehti, lupiinit, kurttureus, piennarmatara, pajuasteri, pilvikirsikka. Nilviäisistä espanjansiruetana, keltajuovaetana ja taimietana mainitaan vieraslajiportalissa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012.)

## 8.2 Roskaisuus

Yleisillä alueilla kerätään roskaa säännöllisesti alueiden hoitoluokituksen mukaisesti. Roskia on kuitenkin suuri määrä esimerkiksi puistoissa, joiden läheisyydessä on kauppa, huoltoasema tai koulu. Liikenneväylien varret ja penkkien ympäristöt ovat usein roskaisia. Roskat pyritään keräämään ennen lehtien keruuta, jotta niitä ei päätyisi lehtien mukana kompostiin. Lehtikerrosten seassa kulkeutuu kuitenkin kompostiin huomattavia määriä roskaa.

Yleisillä alueilla on roska-astioita roskaa varten, puistoissa jopa muutamman kymmenen metrin välein. Silti on varsin yleistä, että roskaa heitellään maahan oman kulkureitin varteen roska-astialle poikkeamatta. Linnut ja oravat ovat paikoin oppineet hyödyntämään roska-astioiden tarjoamia ruoantähteitä ja roska-astioita tonkiessaan eläimet heittelevät tieltään roskaa maahan. Roskat muodostavat ilmeisen esteettisen haitan. Seuraavissa alakohdissa käsitellään eri roskien aiheuttamia muita haittoja.

### 8.2.1 Muovit

Muovituotteet sisältävät usein puhtaiden polymeerien ohella lisäaineita. Luonnossa muovi hajoaa hyvin hitaasti. Ensin pienemmiksi paloiksi, jotka hajoavat edelleen ja lopulta mikromuoviksi.

Auringon ultraviolettisäteily ja ilmakehän happi pilkkovat muovien polymeeriketjuja ja mikromuovi hajoaa jopa alle 1,6 µm kokoisiksi hituiksi (Asikainen T. n.d). Roskat jauhautuvat myös kompostin käsittelyssä pienemmiksi ja lisäävät mikromuovin leviämistä ympäristöön kompostin seassa.

### 8.2.2 Lasi

Kompostin lisäystä on valmiilla viheralueilla käytetty pääasiassa pensaiden ja monivuotisten kukkaistutusten eli perennojen kasvualustalle pintalisäyksenä. Istutusalueilla ei ole tarkoitus kulkea, joten lasinsirut voisivatkin aiheuttaa pisto- ja viiltotapaturman vaaraa lähinnä lapsille ja lemmikeille, jotka puuhailevat viheralueilla ilman valvontaa.

Työturvallisuuskohdat otetaan viheralueiden hoitotyössä mahdollisimman hyvin huomioon. Työntekijät käyttävät turvajalkineita ja suojakäsineitä, jotka suojaavat hyvin myös lasinsiruilta. Työntekijät myös pyrkivät käyttämällä kuhunkin työvaiheeseen soveltuvia työvälineitä (esimerkiksi harjoja ja roskapihtejä) välttämään suoraa kosketusta maahan. Lasinpalojen terävät kulmat myös tekijän kokemuksen mukaan helposti pyöristyvät kulutuksessa tai täyttyvät pehmeistä maa-aineksista, eivätkä multaisina aiheuta juurikaan viiltovaaraa.

### 8.2.3 Metalli

Metalli ruostuu usein nopeasti maan seassa ja ruskeita metallinkappaleita voi olla vaikeaa havaita ruskeasta kompostimateriaalista. Metallin terävät reunat voisivat aiheuttaa lasin tapaan viilto- ja pistotapaturman vaaraa.

Metallien lajittelu ja kierrätyskäyttö vähentävät tarvetta kaivaa metalleja kaivoksista teollisuuden käyttöön. Romumetallin kerääminen on myös taloudellisesti kannattavaa ja metalleja on helppo käyttää uudelleen. (HSY 2017.)

### 8.2.4 Huumeneulat

Kompostin sekaan päätyneet huumeneulat aiheuttavat valmiin kompostin seassa lähinnä pistotapaturman vaaraa. Pistotapaturmasta voisi aiheutua uhrille verenmyrkytys. Taudinaiheuttajavirukset, kuten HIV ja hepatiitti eivät selviä kompostikäsittelystä elävinä. Hepatiitti B-, C- ja D- virukset tarttuvat verikontaktissa. (Terveyskirjasto n.d.) Kompostoinnin läpikäyneestä neulasta ei siis voi saada HI- virus- tai hepatiittitartuntaa.

## 8.3 Haitalliset yhdisteet

Kaupunkiympäristössä on erityisesti liikenteen, mutta myös teollisuuden aiheuttamia päästöjä, jotka pidättyvät maaperään ja kasvillisuuteen. Kasvillisuuden mukana aineet kulkeutuvat kompostiinkin. Etelä-

Suomeen kulkeutuu ilmavirtojen mukana Euroopan suurilta teollisuus-alueilta huomattavasti ilmansaasteita ja haitallisia yhdisteitä.

Haitta-aine on Sallan raportin määritelmän mukaan alkuaine tai yhdiste, joka voi aiheuttaa ekologisen riskin luonnolle tai terveysriskin ihmisille tai kotieläimelle. Riski on haitan todennäköisyyden ja suuruuden yhtälö. (Salla 2009, 7.)

Helsingissä ilmansaasteet ovat osin paikallisista lähteistä tulevia ja osin kaukokulkeutumasta johtuvia. Helsingin ympäristökeskuksen tutkimuksessa selvitettiin Helsingin maaperän pintaosien haitta-ainepitoisuuksia, jotka ovat luonnollisen taustapitoisuuden ja ihmisen toiminnasta johtuvan ilmalaskeuman summia. Ilmalaskeuman haitta-aineet pidättyvät hyvin maan pintakerroksen orgaaniseen aineeseen, kuten humukseen, multaun ja turpeeseen. Myös savi ja silttimaat pidättävät hyvin haitta-aineita. (Salla 2009, 3.) Laulumaa toteaa saven pidättävän haitallisia aineita niin tiukasti, etteivät ne päädy kasvien saataville (Laulumaa 2017).

Raskasmetallit, puolimetallit, öljyhiilivedyt, polysykliset hiilivedyt (PAH) ja polyklooratut bifenyylit (PCB) ovat ihmisen toiminnasta aiheutuvia haitta-aineita. Näistä PCB on teollisuuden ja energiantuotannon polttoprosesseista levinnyt ilmalaskeumana tasaisesti laajoille alueille. Savukaasuista maan pintakerrokseen kulkeutuu myös raskas- ja puolimetalleja. Öljyhiilivetypäästöt, yleensä nestemäisinä, voivat yltää maaperän syvempiinkin kerrokseen. (Salla 2009, 4.)

Sallan tutkimuksen tuloksena saatiin selville, että Helsingin luonnonmaissa on haitallisia aineita siinä määrin, että raja-arvot ylittyivät lyijyn, antimonin, arseenin, ja PCB:n osalta. Siltti- ja savimaissa oli myös vanadiinia paikoin yli ohjearvon. (Salla 2009, 12.)

Puistoissa arseenin pitoisuudet ylittyivät eloperäisessä pintakerroksessa 42 % ja mineraalimaissa 16 % näytteistä. Arseenin todettiin olevan sekä luontainen, että ihmislähtöinen haitta-aine. Puistojen eloperäisessä aineessa raja-arvot ylittäviä määriä lyijyä oli kolmanneksessa näytteistä. Lyijyn todettiin myös olevan lähes täysin ilmalevintäinen ihmislähtöinen haitta-aine. Antimonin määrät eivät ylittyneet puistoissa ja Sallan tutkimuksen valossa antimoni näyttää olevan lähes kokonaan ihmislähtöinen haitta-aine. Elohopean osalta puistojen näytteistä 21 % ylitti raja-arvot eloperäisillä mailla ja 16 % mineraalimailla. Elohopeakin näyttää olevan ihmislähtöinen haitta-aine. PCB:n osalta puistoissa raja-arvot ylittyivät vain 5 % näytteistä, kun luonnonmailla ylitys löytyi 39 % näytteistä. PCB on täysin synteettinen aine, joka sitoutuu voimakkaasti eloperäisiin maalajeihin. (Salla 2009, 12–13.)

#### 8.4 Pohjoisen alueen kompostin käytön haasteet

Nykyisin pohjoisen aluetoimiston rakentaminen käyttää kaiken muodostuvan kompostin kasvualustaseosten valmistuksessa. Hoidon käyttöä estävät riski rikkakasvien leviämisestä, roskat ja kivet. (Mäkinen S. 2016). Itäisessä aluetoimistossa on paikoin käytetty kompostia pensasryhmissä ja kausikasvi-istutuksissa. Haastattelujen mukaan komposti on vähentänyt tarvetta muuhun lannoitukseen, eikä rikkakasvisuus ole juurikaan lisääntynyt. (Palonen 2016.)

Rikkakasvien kulkeutumisesta kasvualustoille lisättyjen materiaalien käytön yhteydessä on ollut huonoja kokemuksia esimerkiksi kuorikatteen mukana levinneiden ohdakkeiden vuoksi. Kohteissa, joissa viheralue rajautuu luonnonalueisiin, kuten lähivirkistysmetsiin, onkin aiheetta varovaisuuteen rikkakasvien ja erityisesti vieraslajien leviämisen riskin vuoksi. Vähemmän intensiivisen hoidon kohteissa, kuten A3 hoitoluokan alueilla on riski vieraslajien leviämiselle, sillä rikkakasvit poistetaan hoito-ohjeen mukaan kaksi kertaa kasvukauden aikana (Viherympäristöliitto 2014, 43). Hoitoluokan A3 alueille muutkin hoitotoimet ovat vähäisempiä, joten havainnot ongelmista voisivat viivästyä, kun kohteessa käydään harvemmin, kuin muihin hoitoluokkiin kuuluvilla alueilla.

Keskusteluissa tilaajan edustajan kanssa korostuivat toiveet valmiin kompostin tehokkaammasta ja nopeammasta käyttöön ottamisesta. Käyttökohteita toivottiin lisää sekä käytön rajoitteita ja esteitä halutaan myös vähentää. (Mäkinen S. 2016 ja 2017.)

Kehittämistarvetta olisi myös kompostoinnin kestossa, koska aumat vievät paljon tilaa varastoalueilla. Nopeampi kierto kompostissa estäisi myös tuulilevintäisten rikkakasvien määrää valmiissa kompostissa. Itävänä kompostin seassa säilyneiden siementen väheneminen lisäisi kompostin käyttöä. (Laulumaa 2017.)

Kehittämisen tarpeista lähtien järjestettiin komposteille pienimuotoisena roskaisuus-, rikkakasvisuus- ja itävyyskokeet. Kompostista otettiin myös näytteitä, jotka lähetettiin laboratorioon analysoitavaksi.

## 9 TUTKIMUKSET

Opinnäytetyön tutkimusosuus tehtiin huhti- toukokuussa 2017. Tutkimuksessa otettiin näytteitä vuoden 2014 ja 2015 kompostiaumoista. Vuoden 2016 komposti on vielä niin muuntumatonta, ettei siitä voinut

ottaa näytettä analyysijä varten. Viikin vuoden 2015 komposti oli tilanpuutteen vuoksi poikkeuksellisesti kuljetettu Kyläsaaren kentälle helmikuussa 2017, mikä ei ole kompostoitumisen kannalta ideaalista.

Vuoden 2015 ja 2016 komposteihin tehtiin ureakoe, jota tullaan jatkaamaan vuonna 2016 aloitetun kompostin osalta koko kesäkausi 2017. Ureakokeella 2015 kompostiin selvitettiin osittain myös kompostin kypsyttää, sillä jälkikypsymisvaiheessa olevassa kompostissa voi kompostoitumisprosessi loppua typen puutteesta johtuen. Näytteiden otto ja tulosten analysointi tehtiin huhtikuussa ja toukokuussa 2017. Taulukossa 3 kuvataan tutkimussuunnitelmaa kompostitutkimusten tekemistä varten.

Taulukko 3. Tutkimussuunnitelma kompostitutkimuksia varten.

Viikin 2016 kompostiaumaan tehdään koe lisäämällä osaan aumasta ureaa (osa A) ja mittaamalla lämpötiloja urealisän ja verrokkikompostin (osa B) alueelta		
Otetaan näytteet Viikin 2015 ja Viikin 2014 komposteista.		
Näytteet lähetetään <b>Viljavuuspalvelu Oy</b> laboratorioon tutkittavaksi		
Taulukossa näytteiden tiedot ja halutut analyysit		
Viikki 2016		keskeneräinen, raaka komposti
Viikki 2015	-orgaanisen maanparannusaineen analyysi -mikrobiologinen laatu -CO <sub>2</sub> -tuotto	jälkikypsyty?
Viikki 2014	-orgaanisen maanparannusaineen analyysi -mikrobiologinen laatu -CO <sub>2</sub> -tuotto	valmis?

Näytteitä varten avattiin aumaa eri kohdista työkoneella ja otettiin koneen kauhaan mahdollisimman saman kokoisia osanäytekasvoja erilleen asfaltille. Auman pinnan poistaminen ennen osanäytteen ottoa on tärkeää, sillä pintaosa voi lajittua esimerkiksi sateen ja tuulen vaikutuksesta. Tuulilevintäiset rikkakasvin siemenet ovat myös auman pintakerroksessa. Osanäytekasvoista otettiin lapiolla osanäyte-eriä koontiastiaan. Astiassa osanäytteet sekoitettiin keskenään ja tästä kootusta näytteestä lähetettiin 6 litraa näytettä kummastakin kompostiaumasta (2014 ja 2015) laboratorioanalyysijä varten. Laboratorioanalyysiin lähetettävistä näytteistä poistettut roskat, kivet ja oksanpalat lisättiin muiden tutkimusten aineistoon. (Kuva 11, s.33)





Kuva 11. Näytteenottoa Kyläsaaren kentällä. (Kuva Marja Moisio 2017.)

Näytteenoton aikana mitattiin lämpötiloja 2014 ja 2015 kompostiaumoista. Mittaustulokset eri kohdista aumoja olivat varsin matalia, noin  $+4\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (Kuva 12). Matalista lämpötiloista voi päätellä, että aumoissa ei enää tapahdu kompostoitumista, joka näkyisi korkeampana lämpötilana. Kompostoitumisen loppuminen 2015 aumassa voi johtua myös tyypin loppumisesta prosessissa tai auman siirrosta talvella kentältä toiselle. Tämän vuoksi päätettiin tutkia vuoden 2015 aumasta urealisän avulla onko komposti vielä palamisvaiheessa, mutta prosessista on vain loppunut tyyppi tai lämpö pakkaskaudella tehdyn kuljetuksen vuoksi. Myöhemmin saatiin tietää 2015 kompostiin jo aiemmin epäsuotuisaan aikaan tehdystä toimenpiteestä. Osa kompostiaumasta oli ehditty kääntää joulukuussa 2015. Syynä oli ilmeisesti tietokatko ja perehtymättömän henkilön puutteellinen tai väärä ohjaus perehtyneen henkilön ollessa määrättynä muihin töihin. (Koponen 2017.)



Kuva 12. Kompostilämpömittari ja lämpömittarilukemia vuoden 2015 kompostista 3.5.2017. (Kuva Marja Moisio 2017.)

## 9.1 Laboratorioanalyysit

Näytteet otettiin 3.5.2017 ja lähetettiin 4.5. Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n laboratorion Mikkeliin. Laboratorioanalyysiin lähetettiin 2014 ja 2015 komposteista näytteet, joista tehtiin:

- viherrakennusmaa-analyysi, jossa selvitetään näytteen: maalaji, multavuus, happamuus (pH), johtoluku, kalsium (Ca), kalium (K), fosfori (P), magnesium (Mg), rikki (S), liukoinen typpi (N), boori (B), kupari (Cu), mangaani (Mn), sinkki (Zn) ja humus (hehkutushäviö), tilavuuspaino sekä rakeisuuskäyrä kivennäismaalajitteista
- nitraattianalyysi, jolla selvitettiin nitraattityypen pitoisuus (suhteessa liukoiseen- N ja ammonium-N. Nitraatti-N runsaus indikoi kompostin valmiutta)
- mikrobiologisen laadun määrittäminen eli hygieenisuus
- hiilidioksidin tuotto eli kompostin kypsyyttä määrittävä ominaisuus
- sekä yhdestä näytteestä myös raskasmetallien määrittäminen menetelmällä, joka analysoi kompostista maaperäolosuhteissa liukenevia metalleja.

Lisäksi molemmista näytteistä päädyttiin Viljavuuspalvelun asiantuntijan kanssa käydyn puhelinkeskustelun (5.5.2017) jälkeen tilaamaan myös kasvualusta-analyysi, joka on lannoitevalmistelain mukainen. Kasvualusta-analyysi sisältää tilavuuspainon, kosteuden, vesiliukoisen typen, orgaanisen aineen, johtokyvyn, kaliumin ja fosforin määritykset. Määritykset ovat osin päällekkäisiä viherrakennusmaa-analyysin kanssa, mutta tutkimusmenetelmät eroavat toisistaan siinä määrin, etteivät tulokset ole keskenään vertailukelpoisia. (Valjakka 2017).

## 9.2 Ureakoe

Palamisen loppuminen voi johtua kompostin liiasta kuivuudesta, märkyydestä tai hapettomuudesta sekä typen loppumisesta. Viikin 2016 kompostiin tehtiin seurantakoe typpilisän vaikutuksesta kompostoitumisen käynnistymisen nopeuteen ja lämpötilojen kehitykseen. Ureakokeessa käytettiin 46,3 % urearakeita. Ureaa lisättiin noin 0,5 kg kuutiometriä kohden.

Vuoden 2016 kompostiauma jaettiin A ja B osiin, joista osaan A lisättiin ureaa ja B-osaan ei lisätty ureaa. Osan A kohdalta auma purettiin ensin kokonaan ja rakennettiin uudelleen puolen metrin kerroksista, joiden väliin lisättiin ureaa. Osa A merkittiin puuseipäillä, jotka maalattiin huomiovärisellä merkitsemismaalilla, jotta se erottuisi näkyvästi. Koealaksi koottiin vain pieni osa koko aumasta, sillä valtavan auman käsittely käytettävissä olleella kahdella pienellä koneella vei paljon aikaa. Koeala oli pinta-alaltaan noin 5 m x 5 m ja noin 2 m korkea. (Kuva 13, s.35.)

Viikin vuoden 2016 auman osalta tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, mikä on urealisän vaikutus lämpötilaan eli mikrobitoiminnan vilkastumiseen pelkkään kompostin kääntämiseen verrattuna.



Kuva 13. Urean lisäystä kerroksittain Viikissä vuoden 2016 kompostin sekaan 23.5.2017. Kuvassa näkyvät seipäät maalattiin myöhemmin huomiovärisellä merkitsemismaalilla, jotta koealue erottuisi selvästi. (Kuva Marja Moisio 2017.)

Kyläsaaren 2015 kompostiin tehtiin urealisän avulla koe kompostin kompostoitumisasteesta. Vuoden 2015 kompostin osalta päädyttiin ratkaisuun, jossa kompostiauman vierelle koottiin pieni näyteauma, johon urea lisättiin. Kompostia koottiin suuresta aumasta puolen metrin kerros, jonka päälle levitettiin urea. Kerroksittain rakennettiin pieni auma: noin 2,5 m leveä, 6 m pitkä ja 1,5 m korkea. Koeaumaa rakentaessa kompostimassa hapettui samalla. Siten tällä kokeella saatiin tietoa sekä typen, että hapen lisäyksestä kompostimassaan. Kompostimassa oli riittävän kostea, jotta kompostoitumista voi tapahtua, mikäli kompostimassassa olisi vielä biohajoavaa ainesta. Lämpötiloja seuraamalla selvitettiin, tapahtuuko palamista vielä 2015 kompostissa.

Kyläsaaren koeauman sijainti suunniteltiin kompostia hoitavan henkilön kanssa, jotta se ei aiheuttaisi häiriötä alueen hoidossa ja muussa toiminnassa. Lisäksi lähetettiin kompostialueista vastaavalle ja konekuljettajan esimiehelle sähköpostiviestinä tieto kokeista ja pyydettiin välttämään toimintaa alueella kokeen aikana. Vastuuhenkilöitä pyydettiin myös ilmoittamaan tekijälle suunnitelluista toimenpiteistä ennen niiden suoritusta.



Kuva 14. Ureanlisäystä varten tarvittavat varusteet ja suojaimet vasemmalta keskelle ylös. Auman kokoamisen vaiheet kuvattuna kolmessa kuvassa keskeltä alhaalta oikealle. Kyläsaarella 23.5.2017. (Kuva Marja Moisio 2017.)

Ureakoetta edelsi kompostien lämpötilan mittaus ennen urealisää. Mittaustuloksia kerättiin ennen urealisää monelta päivältä, jotta varsin viileä kevät ei vaikuttaisi tuloksiin.

### 9.3 Rikkakasvikoe

Kokeella haluttiin selvittää sisältävätkö kompostimassat itävinä säilyneitä tai tuulilevintänä kulkeutuneita rikkakasvien siemeniä. 2014 ja 2015 komposteista otettiin sarja 1 litran kokoisia eriä kompostia muoviruukkuihin, jotka peitettiin rei'itetyllä kelmulla. Ruukut merkittiin ja asetettiin valoisaan paikkaan, mutta suojaan suoralta auringonpaisteelta. Ruukkuja tarkkailtiin vähintään joka toinen päivä. Kylmän kevään ja lähes päivittäisten yöpakkasten takia koeastiat siirrettiin viikon kuluttua sisätiloihin kokeen onnistumisen varmistamiseksi.



Kuva 15. Rikkakasvien itävyydestin järjestelyt 3.5.2017. (Kuva Marja Moisio 2017.)

Rikkakasvien itävyyden sallitusta enimmäismäärästä säädetään lannoitevalmistusasetuksessa. Taulukossa 4 (s.37) kuvataan lannoitevalmistusasetuksen määräyksiä.



Taulukko 4. Rikkakasvien itävien siementen sallittu enimmäismäärä on MMMa 24/11 perusteella 5 itävää siementä litrassa irtomaa-ainesta. Tämän rajan ylittyessä on myytävissä tuotteissa mainittava tuotteen sisältävän rikkakasvien siemeniä. (Evira 2016, MMMa 24/11, 27.)

Epäpuhtaus	Enimmäismäärä
Rikkakasvinsiemenet	
Lannoitteissa ja kalkitusaineissa	Ei todettavissa
Pakatuissa maanparannusaineissa ja kasvualustoissa	2 itänyttä litrassa
Pakkaamatta myytävissä maanparannusaineissa ja kasvualustoissa	5 itänyttä litrassa tai tuoteselosteessa maininta "tuote sisältää tuulilevitteisiä rikkakasvinsiemeniä"

#### 9.4 Idätyskoe

Idätyskokeessa muoviruukkuja täytettiin n. 2 litralla 2014 ja 2015 komposteilla. Kompostin vuosiluku merkittiin ruukun kylkeen. Idätyskoe tehtiin VTT:n Kompostien arviointi- dokumentin ohjeita soveltaen. Vertailuryhmäksi täytettiin ruukut pakatulla puutarhamullalla. Kullakin maa-aineksella täytettiin kuusi ruukkua (Kuva 16).

Retiisinsiemeniä, joiden itävyys oli vähintään 70 %, kylvettiin kuhunkin ruukkuun 40 kappaletta. VTT:n ohjeessa kokeessa käytettävien siementen ilmoitettu itävyys oli 90 %. VTT:n ohjeessa riittäväksi määräksi retiisin siemeniä määritellään 40 kappaletta. (Itävaara, Vikman, Kapanen, Venelampi, Vuorinen 2006, 31-33.)



Kuva 16. Idätyskoe 5.5.2017 (Kuva Marja Moisio 2017).

Ruukkujen maa-aines oli kasteltu ennen kylvöä. Siemenet kylvettiin mahdollisimman tasaisesti ruukkujen multa ja painettiin kevyesti lyijykynän tylpällä päällä kylvöohjeen mukaisesti 1 cm syvyyteen. Ruukut peitettiin kylvön jälkeen muovikelmulla haihtumisen estämiseksi ja itämisen edistämiseksi. Ruukut asetettiin valoisaan, mutta ei suoraan auringoon, sisätilaan kolmeen riviin. Kussakin rivissä eri maa-aineksella

täytetty ruukku asetettiin eri kohtaan, jotta vältettäisiin ruukun sijainnin vaikutus itämiseen.

## 9.5 Roskaisuuden tutkimus

Roskaisuutta selvitettiin 2014 ja 2015 aumoista Kyläsaarella analyysinäytteenoton yhteydessä kerätystä osanäytteiden koontisaavillisesta. Saavillisesta, eli n. 40 litrasta näytettä laskettiin ja punnittiin löytyneet roskat. (Kuva 17.)



Kuva 17. Roskat 40 litran saavillisesta vuoden 2014 ja 2015 kompostia. (Kuva Marja Moisio 2017).

Seulonta tehtiin yksinkertaisesti levittämällä näyte osa kerrallaan puhtaalle asfaltille ja keräämällä siitä roskat talteen. Roskiin oli tarttunut suuri määrä kompostiaainesta. Tästä syystä roskat kuivattiin ensin huoneenlämmössä, pestiin vedessä liottamalla ja huuhdottiin maa-aines pois. Lopuksi roskien annettiin kuivua huoneenlämmössä ennen punnitsemista.

Roskat (lasi, metalli, muovit, luut, kivet)	
Pakatuissa tuotteissa	0,2 % tuorepainosta
Pakkaamatta myytävissä	0,5 % tuorepainosta

Kuva 18. Lannoitevalmisteiden epäpuhtauksien sallitut enimmäismäärät Maa- ja metsätalousministeriön lannoiteasetuksen (MMM 24/11) liitteen IV Taulukon 4 mukaan.

## 10 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimukset eivät ole tarpeeksi laajoja, eikä niitä ole toistettu, joten ne eivät täytä tieteellisen tutkimuksen vaatimuksia. Tuloksia voidaan pitää kuitenkin suuntaa antavina. Tarvittaessa niitä voidaan käyttää pohjatietona tai osana jatkotutkimuksia.

### 10.1 Laboratorioanalyysien tulokset

#### 10.1.1 Hygieenisuus, orgaanisen aineen pitoisuus ja hiilidioksidin tuotto

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 5) esitetään näytteiden hygieenisuus, orgaanisen aineen määrä ja kypsyyttä määrittävä hiilidioksidintuottokapasiteetti. Taulukkoon on lisätty kunkin tutkitun ominaisuuden tuloksen osalta vertailu määriteltyihin raja-arvoihin tai muuhun ohjeistukseen.

Taulukko 5. Kompostinäytteiden tulosten vertailu annettuihin raja-arvoihin tai ohjeistukseen.

Määritelty:	KOMPOSTI 14	KOMPOSTI 15	MMMa enimmäismäärä
Kuiva-aine	67,80 %	68,60 %	
Kosteus	32,20 %	31,40 %	
Tuhka	86,90 %	88,50 %	
Hehkutushäviö	13,10 %	11,50 %	
CO <sub>2</sub> -tuotto eli kypsytys	0,00 mg C/g volatile solids	0,78 mg C/g volatile solids	Kypsässä kompostissa alle 2 mg CO <sub>2</sub> -C/g volatile solids (VS)/vrk. (Itävaara ym. 2006,27)
Escheria coli	MPN eli Most Propable Number. Määrettä käytetään, kun näytteestä on vaikea havaita ja laskea tarkasti määriä.		pmy eli pesäkkeitä muodostava yksikkö
	<1 MPN/g	26 MPN/g	1000 pmy/g
Salmonella	Ei todettu/25g	Ei todettu/25g	Ei todettavissa 25 g:ssa näytettä

Laboratorioanalyysien perusteella kompostit ovat hygieenisia ja niiden orgaanisen aineen määrä on varsin alhainen. Hiilidioksidintuottokapasiteetin perusteella vuoden 2014 komposti voidaan määritellä kypsäksi. Kypsän kompostin hiilidioksidintuoton rajaksi on määritelty alle 2 mg CO<sub>2</sub>-C/g VS/vrk (Itävaara ym. 2006, 27).

Analyysituloksien ja Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen esitystavat näyttävät hiukan erilaisilta hiilidioksidin suhteen taulukossa 5. Luvut ovat kuitenkin Eurofins Viljavuuspalvelun asiantuntijan Koivusen

mukaan sellaisenaan vertailukelpoisia. Keskenään vertailukelpoisia ovat hänen mukaansa myös MPN- ja pmy-yksiköt. (Koivunen 2017).

Analyysituloksissa ilmoitettiin suoraan prosentteina orgaaninen aines, eli analyysinäytteen hehkutushäviö. Vuoden 2014 kompostilla hehkutushäviö oli 13,1 % ja vuoden 2015 kompostilla 11,5 %. Molemmat kompostit olivat maalajimäärityksen perusteella runsasmultaista hiekkamoreenia (Eurofins Viljavuuspalvelu Oy 2017).

### 10.1.2 Raskasmetallit

Laboratorioanalyysien perusteella vuoden 2015 komposti ei sisällä liikaa uuttuvia haitallisia raskasmetalleja viheralueilla käytettäväksi. Analyysit tilattiin typpihappouutolla suoritettuna, sillä kompostin korkean kivennäisainepitoisuuden vuoksi kuningasvesiuutto olisi irrottanut alkuaineita myös kompostiaineksen kivennäisaineksestä. Kivennäisaineessa alkuaineet ovat luonnon oloissa kuitenkin liukenemattomassa muodossa. Näin ollen typpihappouutolla saatiin soveltuvampaa tietoa alkuaineiden liukoisuudesta kasvualustaolosuhteissa. Taulukko 6 kuvaa raskasmetallimäärityksen tuloksia. (Eurofins Viljavuuspalvelu Oy 2017; Maa- ja metsätalousministeriö 2011; Laulumaa 2017)

Taulukko 6. Vuoden 2015 kompostin analyysitulosten vertailu Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (MMM 24/11) määrittämiin alkuaineiden enimmäispitoisuuksiin lannoitevalmisteissa. (Moi-sio 2017)

Alkuaine	Alkuaineen merkki	KOMPOSTI 15 mg/kg kuiva-ainetta	MMM Enimmäispitoisuus mg/kg kuiva-ainetta (ka)
Arseeni	As	<5,1	25
Elohopea	Hg	<0,1	1
Kadmium	Cd	0,23	1,5
Kromi	Cr	20	300
Kupari	Cu	26	600
Lyijy	Pb	12	100
Nikkeli	Ni	<15	100
Sinkki	Zn	100	1500

Analyysitulosten perusteella vuoden 2015 kompostin raskasmetallipitoisuus ei ylitä raja-arvoja ja soveltuu hyvin käytettäväksi puistoissa. Taulukossa esitetyt metallien pitoisuudet on määritetty milligrammoina kuiva-aine kilogrammaa kohden.



### 10.1.3 Ravinteet

Ravinteikkuus on analyysitulosten perusteella molemmissa komposteissa korkea ja kompostit ovat lievästi emäksisiä. Kompostit sopivat hyvin nykyiseen käyttöön ravinteikkaana aineksena seosmultien valmistuksessa.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 7) esitetään analyysitulokset vuodelta 2017 ja vertailuna vuoden 2014 kompostista vuonna 2016 teetettyn analyysin tuloksia. Taulukon oikeanpuolisessa laidassa on Viherympäristöliiton kasvualustatyöryhmän suositukset kasvualustaohjearvoiksi tavallisimmilla viherrakentamisen työmailla käytettäville kasvualustoille. Kasvualustaohjearvoja on myös rajoitetuille kasvualustoille, karuille alueille, kuiville niityille ja kotipihoille. Suositusten mukaiset tavoitearvot esitetään taulukossa lihavoituina taulukon solun keskellä. Suositusten mukainen vaihteluväli muodostuu tavoitearvoja pienempänä ja suurempana esitettynä suurena tavoitearvon molemmin puolin. (Viherympäristöliitto 2009.)

Taulukko 7. Analyysitulokset 2014 ja 2015 komposteista vuodelta 2017. Kompostista 2014 vuonna 2016 saadut analyysitulokset on merkitty taulukkoon siniharmaalla taustavärillä. Viherympäristöliiton kasvualustatyöryhmän suositukset ravinteille on liitetty taulukon oikeanpuoleiseen osaan vihreällä taustavärillä.

					VIHERYMPÄRISTÖLIITON SUOSITUKSET		
Analyysitulokset		2016	2017	2017	nurmikot A1-A3	Vaatelialat, puut, pensaat,	Vaativattomat puut, pensaat,
Nimi		KO 14	KO14	KO15			
Johtoluku	10xm S/cm	2,7	4,8	8,9	3 < 4 < 6	3 < 4 < 6	1,5 < 2 < 4
Happamuus	pH	7,5	7,3	7,8	5,5 < 6 < 7	5,5 < 6 < 7	5 < 5,5 < 6
Kalsium (Ca)	mg/l	4500	4100	4700	1900 < 2500 < 3800	2000 < 3000 < 4500	750 < 1000 < 2000
Fosfori (P)	mg/l	130	75	190	10 < 15 < 30	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20
Kalium (K)	mg/l	630	830	1500	150 < 200 < 300	150 < 200 < 350	75 < 150 < 250
Magnesium (Mg)	mg/l	400	390	470	150 < 200 < 400	200 < 300 < 450	50 < 100 < 200
Rikki (S)	mg/l	11,3	19,8	28,8	10 < 30 < 200	10 < 30 < 200	5 < 20 < 100
Boori (B)	mg/l	4,8	4,1	5,1	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5
Kupari (Cu)	mg/l	13	15	13	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Mangaani (Mn)		14	16	13	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500
Sinkki (Zn)	mg/l	44,3	39,1	42,9	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Nitraattityppi (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l		22	47			
Typpi (N), liukoinen	mg/l	23	28,7	50,4	35 < 50 < 100	20 < 40 < 60	10 < 20 < 30
Hekutushäviö	%	9,9	11,3	11,5	6 < 8 < 10	10 < 12 < 14	8 < 10 < 12
Tilavuuspaino	kg/l	1,15	0,911	0,893	800 < 1000 < (kg/m <sup>3</sup> )	640 < 800(kg/m <sup>3</sup> )	760 < 950 < (kg/m <sup>3</sup> )

Vuoden 2014 kompostista vuonna 2016 ja vuonna 2017 teetettyjä analyysituloksia vertaamalla voi todeta usean ravinteen määrän laske-  
neen vuoden aikana, jopa puolittuneen, edellisen vuoden tuloksiin  
nähdessä. Ilmeisesti ravinteet ovat haihtuneet ja huuhtoutuneet kom-  
postista vuoden aikana.

Rikki, kupari, typpi ja orgaaninen aine lisääntyivät jälkikypsytyssau-massa vuodessa. Rikin ja kuparin lisääntyminen voi selittyä orgaanisen aineksen hajoamisella. Ristiriitaista on, että orgaanisen aineksen määrä olikin kuluneen vuoden aikana kohonnut. Myös typen lisääntyminen varastoidussa aumassa on hiukan erikoista. Ristiriitaisia tuloksia saattaisi selittää auman kompostimassan laadun suuri vaihtelu ja se, että aumaa oli jäljellä enää pieni osuus alkuperäisestä aumasta. Vuoden 2014 auma oli jo suurelta osin käytetty vuonna 2017. Kokeita var-ten otettiin koe-eriä mahdollisimman tasaisesti eri puolilta aumaa. Pie-nestä jäljellä olevasta auman osasta otetut otokset eivät kuitenkaan vastaa koko alkuperäisestä aumasta edellisenä vuonna otettuja otok-sia. Kompostin koostumuksen vaihtelevuus vahvistaa tulosten erilai-suutta.

Vähentämällä liukoisen typen määrästä (50,4 mg/l) nitraattitypen osuus (47 mg/l) saadaan selvitettyä ammoniumtypen määrä (3,4 mg/l). Nitraattitypen suuri määrä ammonium typpeen nähden kertoo kompostin kypsytydestä vuoden 2015 kompostissa. Vuoden 2014 kom-postissa on liukoisen typen (28,7 mg/l) ja nitraattitypen (22 mg/l) ero-tuksen, eli ammoniumtypen määrän (6,7 mg/l) suhde hyvin samankal-tainen. Nitraatti- ja ammoniumtypen suhteen ollessa yli 1 on komposti kypsää (Laulumaa 2017; Itävaara ym. 2006,21).

#### 10.1.4 Mekaaninen maa-analyysi

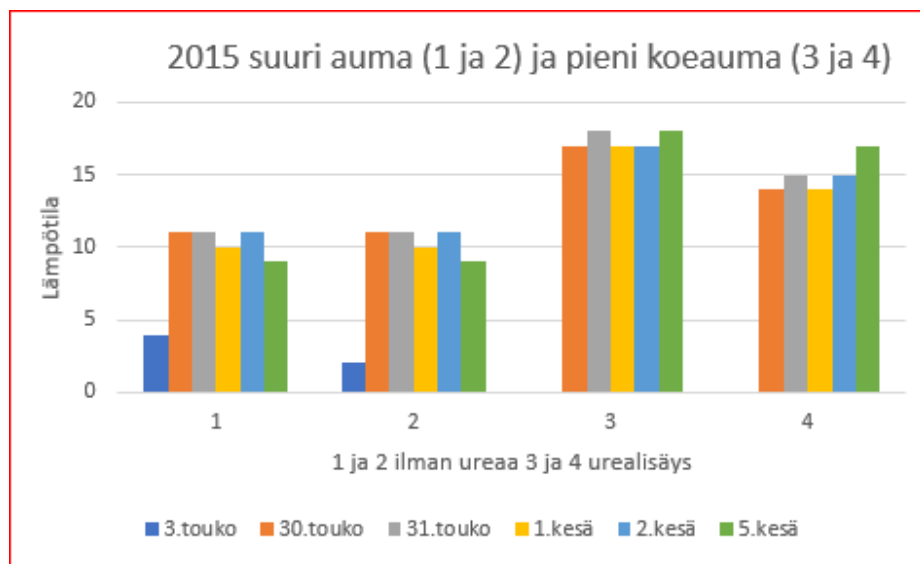
Analyysien osana suoritettiin laboratoriossa komposteille mekaanis-ten ominaisuuksien analyysi. Analyysillä selvitettiin kompostin sisältä-mien maalajien osuudet. Taulukossa 8 esitetään mekaanisen maa-ana-lyysin tulokset. Kompostien runsas kivennäismaapitoisuus tulee taulu-kosta hyvin esille. Esimerkiksi karkeaa hiekkaa on neljäsosa koko kom-postista.

Taulukko 8. Mekaanisen maa-analyysin tulokset komposteista.

Mekaaninen maa-analyysi	KOMPOSTI 2014	KOMPOSTI 2015
Lajite / Läpimitta, mm	Lajitekoostumus, %	
Muut yhteensä /yli 20,0	0	0
Karkea sora (KSr) /6,0-20,0	3	3
Hieno sora (HSr) /2,0-6,0	15	22
Karkea hiekka (KHk) /0,6-2,0	25	28
Hieno hiekka (HHk) /0,2-0,6	19	17
Karkea hieta (KHt) /0,06-0,2	16	15
Hieno hieta (HHt) /0,02-0,06	10	8
Karkea hiesu (KHs)/0,006- 0,02	6	4
Hieno hiesu (HHs)/0,002-0,006	1	2
Saves (S) alle 0,002	5	1
Pintamaan maalaji	Hiekkamoreeni	Hiekkamoreeni
Multavuus	Runsasmultainen	Runsasmultainen

## 10.2 Ureakokeen tulokset

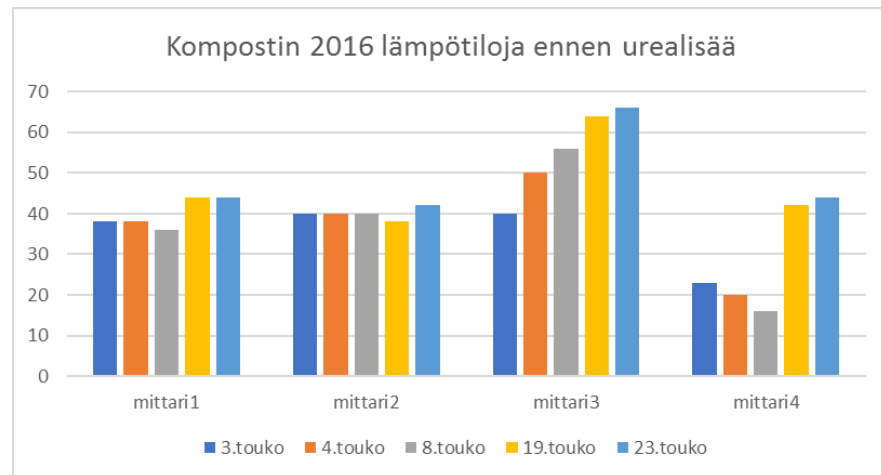
Koeaumassa vuoden 2015 (kuva 19) kompostimassan lämpötila nousi jonkin verran urean lisäyksen johdosta. Nousu voi osin johtua myös massan hapettumisesta auman kokoamisen vaiheiden aikana. Typen ja hapen riittävä määrä kompostissa takaavatkin tehokkaan kompostoitumisen. Lämpötilat eivät nousseet kokeen aikana yli 17 °C, mikä kertoo, ettei hajoavaa orgaanista ainetta ole enää jäljellä kovin paljon. Tämä puolestaan ilmentää osaltaan kompostin kypsyttää.



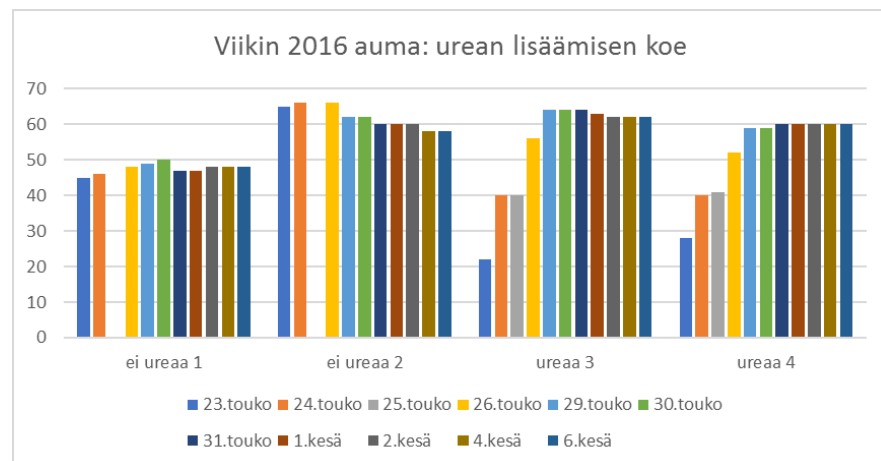
Kuva 19. Urean lisäyskoe vuoden 2015 kompostiin (Kuva Marja Moisio 2017).

Viikin vuoden 2016 auman lämpötiloja seurattiin jonkin aikaa ennen urean lisäämistä. Kompostoituminen oli lähtenyt paikoin hyvin käyntiin ilman urealisääkin, mikä näkyy huomattavana lämpötilan nousuna, mittarissa kolme, seuraavassa kuvassa (Kuva 20, s. 44). Kuvassa 21 (s. 44) kuvaajassa näkyy pieni lasku urealisäyksen kohteeksi valitussa kohdassa 23.5 tehdyn urealisäyksen takia. Lämpö nousi kuitenkin nopeasti uudelleen.

Lämpötiloista voi havaita kompostimassan olevan laadultaan melko vaihtelevaa eri kohdissa. Paikoin kompostissa riittää typeä ja happea spontaaniin kompostoitumiseen, paikoin kompostiaines vaatisi käyntelyä ja ureaa, jotta mikrobien hajotusprosessi pääsisi kunnolla käyntiin. Kaikissa mittauskohdissa näkyy selvästi lämpötilan tasaantuminen, jopa lievä lasku mittausjakson lopulla. Tästä voi päätellä, että happi ja typpi ovat ehtymässä. Kompostiauma tulisi kääntää pian ja ureaa tulisi myös lisätä, jotta hygienisoituminen saadaan aikaan koko kompostimassassa.



Kuva 20. Kuvaaja vuoden 2016 kompostin lämpötiloista ennen urean lisäämistä (Kuva Marja Moisio 2017).



Kuva 21. Kuvaaja vuoden 2016 kompostin lämpötiloista urean lisäämisen jälkeen (Kuva Marja Moisio 2017).

### 10.3 Rikkakasvikokeen tulokset

Vuoden 2014 kompostilla täytetyissä ruukuissa itäneitä rikkakasveja oli jokaisessa ruukussa. Itäneitä oli 10, 6, 12, 14, 7, 7, joten rikkakasvisuuden keskiarvo oli 9,3 rikkakasvia ruukua kohden.

Vuoden 2015 kompostissa yhdessä ruukussa ei ollut itäneitä ja kahdessa ruukussa oli yksi itänyt rikkakasvi. Itäneitä oli 2, 0, 5, 2, 1, 1, joten rikkakasvien lukumäärän keskiarvo oli 6 kasvia ruukua kohden.

Tuloksena tästä kokeesta on, että Staran valmiit kompostit sisältävät itäviä rikkakasvien siemeniä. Kokeiden vuoksi kompostiaumasta kuorittiin aluksi pintaosa pois. Pintaan tuulilevintänä kulkeutunut siemen-

sato jäi siis pois kompostin koe-eristä. Rikkakasveja olisi siten ollut hyvin paljon enemmän, mikäli myös aumojen pintaosat olisivat olleet kokeissa mukana.

Täysin rikkakasvitonta multaa ei tosin tekijän kokemuksen, eikä haastattelujen perusteella ole saatavilla, vaan maa-ainekset sisältävät aina hiukan itäviä rikkakasvien siemeniä (Pulkinen; Laulumaa; Viljanen 2017). Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 22/11 liitteen IV (27) mukaan pakkaamattomissa tuotteissa saa olla enintään 5 itänyttä rikkakasvia litrassa tai tuoteselosteessa maininta ”tuote sisältää tuulilevitteisiä rikkakasvinsiemeniä”.

#### 10.4 Idätyskokeen tulokset

VTT:n fytotoksisuuskoetta soveltaen laskettiin ruukuista itäneet retiisit, itäneiden määrän keskiarvo kullakin kasvualustalla sekä itävyysprosentti. Tiedot esitellään taulukossa 9.

Taulukko 9. Retiisin siementen itävyys 2014 ja 2015 vuosien komposteissa sekä pakatulla ostomullalla täytetyissä astioissa.

Itäneitä	Ostotuote	2014	2015	VTT:n ohje:
/40	39	35	39	> 40 siementä/ 1L multaa
	37	31	40	>Itävyys lasketaan 7 vrk kuluttua
	36	37	37	>14 vrk:n kuluttua kuivatettujen
	39	36	37	kasvien punnitus
	36	40	40	> siementen itävyysprosentti 90
	37	29	38	(kokeessa vain 70 prosentin itävyys siemenillä)
<b>Yhteensä</b>	<b>224</b>	<b>208</b>	<b>231</b>	
<b>Keskiarvo</b>	<b>37,33</b>	<b>34,67</b>	<b>38,5</b>	
<b>Prosentti</b>	<b>93,33</b>	<b>86,67</b>	<b>96,25</b>	>Luotettava, kun itävyys verrokkituotteessa on yli 90%

Kylvö tehtiin 15. 5 ja siemenet itivät 18.5. Itäneitä siemeniä oli runsaasti kaikilla kasvualustoilla, kun ne laskettiin 23. toukokuuta. Kylvetystä neljästäkymmenestä siemenestä iti ostomullassa keskimäärin 37, 2014 kompostista 35 ja 2015 kompostista 38. Prosentteina itävyys oli ostomullalla täytetyissä astioissa 93 %, 2014 kompostilla täytetyissä astioissa 87 % ja 2015 kompostilla täytetyissä astioissa 96 %.

Valitulla retiisilajikkeella siemenpussissa ilmoitettu itävyys poikkesi VTT:n ohjeesta ollen vain 70 %. Kokeen tulosta voi pitää luotettavana, sillä itävyys ostetussa verrokkituotteessa oli yli 90 %. Kasvien kuivastusta ja punnitusta tässä kokeessa ei tehty hyvin tarkan vaa’an puuttuessa. Kasvatusolosuhteet eivät olleet valoisuuden suhteen ihanteelliset, joten taimien hontelo kasvu olisi saattanut tuottaa myös vääristyneitä tuloksia punnituksessa.

Kaikissa ruukuissa retiisien juuret kasvoivat läpi ruukun pohjalle mulan varisemisen estämiseksi asetetusta käsipyyhepaperista. Vuoden

2015 kompostissa retiisien kasvu oli rehevintä. Juuristo oli myös 2015 kompostissa vahvin. Pakatun ostotuotteen ja vuoden 2014 kompostin välillä ei ollut havaittavaa eroa retiisien kasvussa silmämääräisesti tarkasteltuna.

## 10.5 Roskaisuus

Tutkimuksessa saatiin selville, että roskista suurin kappalemäärä oli muovia. Muovi on kevyttä, joten roskaisuuden ilmoittaminen grammoina ei kuvaa hyvin roskaisuutta. Esimerkiksi 2014 kompostissa ollut tiilenpala painoi 42 g ja muut roskat yhteensä vain 15 g. Tiilenpalaa ei ehkä olisi välttämätöntä luokitella erikseen roskaksi, koska se voi kiven tapaan lähinnä haitata ruohonleikkuuta nurmien kasvualustan pintaan jäädessään. Taulukossa 10 (s.47) on koottuna kompostien roskien kappalemäärät lajiteltuna eri materiaaleihin.

Roskien lisäksi taulukon 10 (s.47) viimeisillä riveillä on esitetty kivien ja oksankappaleiden määrä grammoina. Lajitteet on punnittu tavallisella keittiöva'alla, eivätkä tulokset ole tieteellisesti päteviä, vaan lähinnä suuntaa antavia. Markkinoilla olevissa kasvualustatuotteissa on aina jonkun verran kiviä ja oksanpaloja sekä tekijän oman kokemuksen, että haastattelujen perusteella. (Pulkkinen; Viljanen 2017). Kiviä ja oksia ei olisi tästä syystä tarvinnut erotella kompostista.

Kompostin määrän ilmoittaminen tilavuutena (n. 40 l) jättää tilaa tulkinnalle, sillä maa-ainekset löyhtyvät ja tiivistyvät käsittelyssä helposti. Saavit kuljetettiin kaupunkiliikenteessä muutaman kilometrin matka ennen käsittelyä, joten kuvissa (Kuva 11, s. 33) näkyvissä vihreissä saaveissa aines on jo tiivistynyt jonkin verran. Roskaisuustutkimuksen tarkat tulokset esitetään taulukossa 10 (s. 47).

Taulukko 10. Roskaisuustutkimuksen tulokset, joista näkyy hyvin muovin olevan kappalemäärältään runsain roska-aines.

Roska (kappaletta)	2014	2015
muovipussin paloja	13	6
elintarvikepakkauksen muovikääre	-	4
huumeruiskun muovipakkaus	-	1
kova muovi	4	2
muovisäie punotusta tuotteesta	-	2
muovinaru	-	1
muoviesine (nippuside)	-	1
styrox	-	1
lasi	2	-
metalli	2	2
keramiikka	2	1
tiili (42g)	1	-
elastinen (kumia/muovia)	3	2
valettua massaa (tienmerkintä?)	-	1
leca-sora	-	1
<b>YHTEENSÄ (kappaletta)</b>	<b>27</b>	<b>24</b>
<b>Paino grammoina YHTEENSÄ</b>	<b>(57*) 15</b>	<b>12</b>
<b>kivet paino grammoina</b>	<b>961</b>	<b>332</b>
<b>oksat paino grammoina (ei pestyinä)</b>	<b>673</b>	<b>133</b>
*Tiilenpala mukana punnituksessa suluissa ilmoitetussa painossa.		

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 22/11 liitteen IV mukaan roskia, kuten lasia, metallia, muovia, luita ja kiviä saa pakkaamattomassa tuotteessa olla enintään 0,5 % tuorepainosta (Maa- ja metsätalousministeriö 2011, 27). Komposteista erotellun asetuksen määrittelemän roskan määrä 40 l kompostinäytettä kohden oli vuoden 2014 kompostissa lähes 3 % ja vuoden 2015 kompostissa noin 1 %. Määriä voi pitää arvioina, sillä roskien paino on laskettu kompostin litrapainosta kertomalla se 40:llä. Kuten aiemmin mainittiin, ei litramäärästä kertomalla saatu paino ole tarkka määrä, sillä kompostit ovat löyhtyneet ja tiivistyneet käsittelyssä ja kuljetuksen aikana.

Vertailun vuoksi laskettiin myös roskaisuuden määrä jättämällä kivet pois luvuista. Tällä tavoin laskien roskaisuus oli vuoden 2014 kompostissa 0,4 % ja vuoden 2015 kompostissa 0,3 %. Nämä tulokset pysyvät Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen määäämissä rajoissa.

## 11 TULOSTEN TARKASTELU

Staran kompostit eivät vastaa yleistä mielikuvaa kompostista lähes pelkästään orgaanisesta aineksesta koostuvana maa-aineksena. Analyysienkin perusteella kompostit ovat runsasmultaisia hiekkamorreeneja. Näinkin hiekkapitoisessa aineksessa kompostoituminen saa kuitenkin aikaan korkeita lämpötiloja, joissa kompostimassasta tulee hygieenistä.

Ravinteikkuutensa vuoksi kompostit ovat hyvä aines parantamaan ravinnetasoa käyttökohteissaan, kuten kasvualustojen pintaan lisättessä tai kasvualustaseoksissa. Ravinteiden huuhtoutumisen estäminen kompostoinnin aikana tosin vaatisi toimenpiteitä. Hiukan emäksiset kompostit voivat tasoittaa käyttökohteissaan maan happamuutta.

Raskasmetallipitoisuus ei komposteista tehtyjen analyysien perusteella ylitä niille asetettuja raja-arvoja. Komposteja voi siten turvallisesti käyttää viherrakentamisessa ja viheralueiden hoidon yhteydessä.

Ureanlisäyksen koe jäi hyvin kesken opinnäytetyön aikana kireästä aikataulusta johtuen. Urealla saatiin aikaan vasta ensimmäinen lämpötilan nousu. Tulevien auman kääntöjen yhteydessä on syytä jatkaa urean lisäämistä koko kesäkauden 2017 ajan, jotta kokeesta saataisiin kunnollisia tuloksia. Myös vuoden 2016 kompostiauman lämpötilojen seuranta tulee jatkaa. Lämpötilan laskeminen on merkki seuraavan käännön ja urealisän tarpeesta. Kääntö ja urealisä varmistavat typen ja hapen riittävyyden myötä tehokkaan kompostoitumisen aumassa.

Rikkakasvien itävien siementen runsaus aumoissa vaatii toimenpiteitä. Kokeita varten otettiin aumasta pois pintakerrosta, mutta rikkakasvien määrä oli silti huomattava. Kompostiauman pintakerros käytetään kasvualustaseoksissa, joten seosten todellinen rikkakasvipitoisuus on kokeen tuloksiin verrattuna paljon suurempi.

Itävyyskokeen perusteella sekä vuoden 2014, että vuoden 2015 kompostit ovat kelpollisia kasvualustoissa käytettäviksi. Kokeen perusteella kompostien fytotoksisuus on hävinnyt, mikä on eräs merkki kompostien valmistumisesta.

Roskaisuus on huomattava haitta molemmissa tutkituissa komposteissa. Mikäli roskiksi ei laskettaisi kiviä, kompostien roskaisuus jäisi lannoitevalmisteasetuksen asettamien raja-arvojen alle. Roskien poistoa ja seulontamenetelmiä, jolla kivet saataisiin seulottua pois valmiista kompostista olisi kehitettävä.



Pohjatietoja hankkiessa ja haastatteluissa kävi ilmi, että perehdytyksessä olisi kehitettävää. Vuoden 2016 kompostiauman kylkeen ilmestyi myös tutkimuksen aikana uutta kasvijätettä. Opastuksen parantamisessa on ilmeisen selvästi myös kehitettävää.

## 12 TUTKIMUSTEN ONNISTUMINEN

Teoriaosuuden lisäksi päädyttiin tilaamaan laboratorioanalyysijä komposteista. Komposteista on aiemmin teetetty laboratorioanalyysijä, mutta ne ovat olleet maa-ainesanalyysijä, jotka eivät ole lannoitevalmistelain mukaisia. Raskasmetallipitoisuuksista ei tekijän tietojen mukaan ole aivan viime vuosilta teetettyä tutkimusta. Analyysitulosten saapuminen viivästyi joidenkin tulosten osalta hyvin paljon, mikä viivästytti osaltaan opinnäytetyöraportin valmistumista.

Lisäksi järjestettiin pienimuotoisia kokeita kompostin ominaisuuksien selville saamiseksi. Kokeet eivät olleet tieteellisesti päteviä, mutta sen sijaan niistä saatiin tärkeää suuntaa antavaa tietoa Staran kompostien ominaisuuksista. Kompostien tutkimusten tuloksia tarkastellessa syntyi ehdotuksia kehittämistä vaativista kohteista.

Näytteenotot tehtiin 3.5. 2017 ohjaajan opastamana. Tekijällä on kokemusta näytteenotosta viheralueilta. Kompostinäytteiden otosta sen sijaan ei ollut omaa kokemusta, joten tilaisuus tutkijan mukana oloon näytteenotossa oli tervetullut. Näytteenoton luotettavuus varmistui kokeneen henkilön ohjauksessa. Näytteet valmisteltiin ja pakattiin analyysiin lähettämistä varten ja lähetettiin Eurofins Viljavuuspalvelun laboratorioon 4.5 2017.

Näyteotoksesta tehtiin lisäksi rikkakasvien itävyyden koe, idätyskoe reittiin siemenillä ja roskaisuuden tutkimus. Näitä pienimuotoisia kokeita voi pitää onnistuneina. Toistot olisivat tosin lisänneet kokeiden tulosten luotettavuutta.

Tietoa oli ollut jonkin verran käytettävissä heti aiheen selvittyä, mutta suuressa organisaatiossa tiedon seulominen ja asioista tietävien henkilöiden tavoittaminen oli haastavaa. Ripeällä aikataululla toteutettavan organisaatiomuutoksen kynnyksellä on haastatelluilla ollut oman työnsä lisäksi paljon ylimääräistä selvitettävää. Koejärjestelyissä tarvittiin myös työkoneen kuljettajan apua, mikä järjestyi helposti. Ureakokeen aikaan tekijän piti tosin itse siirtyä koneenkuljettajaksi koneenkuljettajien kiireisen työtilanteen vuoksi.

Haastavaa oli monitahoisen aiheen rajaamisen ja haastateltavien löytämisen ohella tutkittavien kompostien määrittely. Haasteeksi muo-

dostui yllättäen myös urean hankinta, sillä organisaatiomuutoksen takia Staran varastomyymälä ei voinutkaan hankkia ureaa ennen toukokuun lopussa tehtyä tilinpäätöstä ja tieto tästä esteestä viipyi yli viikon ajan. Ureatilaus tehtiin suoraan hoitoyksikön kautta ja toimitus luonnollisesti vaati aikaa. Ureakokeen viivästyminen viivästytti myös kompostin hoitoa, sillä auman tekoa viivytettiin toukokuun puoliväliin ureatilauksen saapumista odotellessa.

Haasteita aiheutti myös varsin kolea kevät, jolloin toukokuun alussa 2017 oli pakkasta miltei jokaisena yönä. Rikkakasvien itävyyden koetta varten ulkona olleet kompostiruukut päätettiin kesken kokeen siirtää sisätiloihin, jotta tulosten saaminen varmistuisi.

Ureakoe jatkuu koko kesäkauden 2017 ja lopulliset tulokset kompostoitumisen kestosta urealisän avulla saadaan vasta keväällä 2018. Opinnäytetyön kannalta tämä ei ole ideaalista, mutta tilaajalle kompostoinnin kehittämisen jatkuvuus on toivottavaa. Ureakokeesta alustavat tulokset, kuten lämpötilan nousu kertoi, että urealla saadaan hetkeksi kompostoitumisprosessi käyntiin kohdissa, joissa mikrobitoiminta on jo kuluttanut typen ja hapen.

Tutkimuskysymyksiin: ”Miten kompostien käyttöä voidaan lisätä omilla työmailla?” ja ”Miten kompostointia voidaan nopeuttaa ja tehostaa?” saatiin tekijän näkemyksen mukaan vastauksia. Seuraavassa luvussa tarkastellaan saatuja vastauksia ja esiin nousseita kehityskohteita. Kaikkia kompostin käyttöä estäviä ongelmia-kuten roskaisuutta-ei pystytty ratkaisemaan, vaan niitä on tutkittava lisää.

## 13 KEHITYSEHDOTUKSIA

Opinnäytetyön osana tehtyjen kokeiden tuloksia tarkastelun johtopäätöksinä nousi esiin joitakin kehittämiskohteita. Kehitystarpeita paljastui myös haastattelujen ja kirjallisuuden tutkimuksen kautta.

### 13.1 Hygieenisuus, rikkakasvit ja ravinnehuuhtoutumat

Kompostin lämpötilojen seuraaminen on ainoa tapa varmistua kompostimassan riittävästä lämpenemisestä ja sen myötä tehokkaasta hygienisoitumisesta. Riittävän usein ja tehokkaasti käännettyssä aumassa saadaan koko massa jossakin vaiheessa tarpeeksi lämpimään, jotta taudinaiheuttajat ja rikkakasvien siemenet tuhoutuvat.

Tehokas kompostointi ja kompostin käyttö pian sen valmistuttua vähentävät ravinnehuuhtoutumia. Pitkä kompostointi- ja jälkikypsyty-

aika aiheuttavat analyysituloksien vertailun perusteella ravinnehuuhtoutumia. Rikkakasvien siementen kerääntyminen ilmalevintänä lisääntyy myös varastoinnin aikana.

### 13.2 Raskasmetallit

Analyysitulosten valossa kompostit eivät sisältäneet raja-arvoja ylittäviä määriä raskasmetalleja. Helsingin luonnossa ja viheralueilla haitallisten aineiden ja raskasmetallien pitoisuudet ovat kuitenkin korkeat.

Saviaines sitoo haitallisia aineita hyvin tiukasti itseensä. Saviaineksen lisääminen seosmultiin varmistaa, etteivät haitalliset aineet kulkeudu kasveihin ja muualle ympäristöön. Staran kompostien pieni orgaanisen aineen osuus ei yksinään riitä sitomaan haitallisia aineita.

### 13.3 Roskaisuus

Roskaisuuden vähentämiseksi olisi kompostiauman hoitotöihin lisättävä irtoroskien keruu aina ennen kääntöä ja sen jälkeen. Seulontamenetelmiä olisi myös kehitettävä, jotta kivet saataisiin paremmin pois valmiista kompostista. Vuokrattava, kolmea eri raekokoa seulova, seula voisi olla tähän ratkaisu. Neuvotteluja voisi käydä esimerkiksi seulakoneen yhteisestä vuokrauksesta eri aluetoimistojen kanssa, jotta saataisiin vuokrauksen kustannuksia jaetuksi.

### 13.4 Perehdytys ja opastus

Kompostoinnin hyvä hallinta on ensiarvoisen tärkeää. Perehdytystä on annettava kaikille kompostin käsittelijöille. Kompostoinnin työvaiheet eivät saisi viivästyä muiden töiden, eikä vuosi- tai sairauslomien vuoksi. Jatkuvuus on kompostin hoidossa tärkeää. Vuosittaiset työt tulisi suunnitella etukäteen niin, että muita töitä ei priorisoida kompostin hoitamisen edelle. Kompostoinnin hoitaminen on nykyisin työnjohtajille ja työntekijöille sivutyötä. Tämä olisi otettava huomioon jaettaessa muita vastuita ja töitä kompostista huolehtiville. Mahdollinen työtehtävien vaihto on tehtävä niin, että valitaan uusi henkilö, jonka edellinen vastuuhenkilö ehtii perehdyttää uuteen työhönsä ennen siirtymistä muihin tehtäviin.

Opastus olisi järjestettävä niin, että kaikki jätteitä tuovat ovat selvillä mihin voivat ne jättää. Esimerkiksi kyltit aumassa ohjaisivat oikeaan toimintaan.

Tiedotusta olisi lisättävä, jotta kompostiin ei tuoda hankalia rikkakasveja, eikä missään tapauksessa vieraslajeiksi määriteltyjä kasveja. Nämä kasvit on hävitettävä kompostin sijaan sekajätteen mukana Van-

taan jätteenpolttolaitoksessa. Hankalista kasveista voisi laatia kuvallisen oppaan, jotta tunnistus olisi myös kasveihin perehtymättömille helppoa. Kuvallinen opas voisi olla esimerkiksi A4-kokoa ja laminoitu, jotta sitä voidaan säilyttää autoissa. Näin opas olisi aina saatavilla työtilanteissa kasvintunnistuksen apuna käytettäväksi.

### 13.5 Työturvallisuus

Kompostointia ei voi hoitaa henkilö, joka sairastaa syöpää, immuunipuolustusta heikentäviä tauteja tai on allerginen. Kompostin kääntötyötä tehdessä on henkilön käytettävä hengityssuojainta, jotta hän ei altistuisi homepölylle. Työkoneen ilmansuodattimet on myös syytä puhdistaa tai vaihtaa kääntötyön jälkeen.

### 13.6 Jälkikypsytyksauman peittäminen

Jälkikypsytyksessä olevan kompostin peittäminen voisi ratkaista ainakin tuulilevintäisten rikkakasvien siementen kulkeutumisen ja siementämisen kompostiin. Painavien peitteiden käsittely on hankalaa kompostin kääntöjen aikana. Jälkikypsyvää kompostia ei tarvitse enää käsitellä, joten vaiva peitteen käytöstä olisi suhteellisen vähäinen. Peitteen olisi oltava avoin liepeistään ja päältä, jotta auman ilmastuminen ei esty.

Kustannuksia peitteen hankinnasta muodostuu jokin verran. Vähäisempi itävien rikkakasvinsiementen pitoisuus rohkaisisi kuitenkin kompostin käyttöön myös viheralueiden hoidossa.

### 13.7 Kokeilut

Kompostilisäystä voitaisiin kokeilla esimerkiksi tiivistyneessä nurmikohteessa. Nurmialueen voisi pystyleikata aluksi, jotta ilmavuus parantuisi. (Pystyleikkauskoneella leikataan nurmeen viiltoja. Pystyleikkausta käytetään tiivistyneillä ja liian tiheäkasvuisilla nurmilla parantamaan kaasujenvaihtoa maassa.) Pystyleikkauksen jälkeen nurmelle voitaisiin levittää kompostia siten, että pensasalueiden kohdalla jätetään vähintään metrin levyinen suojakaista, jolle kompostia ei levitetä. Suojakaistan tarkoitus olisi estää kompostista mahdollisesti itävien rikkakasvien leviäminen pensaskasvustoon. Nurmenleikkauksen yhteydessä nurmelta kuolevat siinä itäneet rikkakasvit. Kompostilisäyskohdetta tarkkaillaan myös säännöllisesti, jotta rikkakasvien leviäminen kompostilisän vuoksi voidaan varmasti estää.

Kompostin pintalisäyksen avulla voitaisiin kuohkeuttaa maata pieneliötoiminnan ja humuslisän avulla sekä lannoittaa kasvualustaa. Kompostilisäys on todennäköisesti toistettava, jotta maan kunto paranisi pysyvästi. Maan kunnon parantaminen on vuosia kestävä prosessi.

Alueelta otettaisiin maa-analyysituloksia ennen kompostilisää, joten lisäyksen vaikutusta voitaisiin tutkia myös teettämällä myöhemmin uusi maa-analyysi ja vertailemalla tuloksia keskenään.

Kokeilut vastaisivat tilaajan tarpeeseen selvittää kompostin käyttökohdeiden lisäämistä hoitotyömailla ja olisi hyvä jatkumo opinnäytetyölle käytännössä. Kompostin lisäys huonoille nurmille ei ole perustyötä. Mikäli kompostilisäyskokeen tuloksena on maaperän kunnon paraneminen ilman mitään haittoja, voisi Stara tarjota lisätyönä tilaajalleen kompostilisää huonokuntoisten kasvualustojen parantamiseen.

Muitakin kokeiluja voisi kehittää lisää. Esimerkiksi hoitotyötä tekevien henkilöiden tapaamisissa voisi kokeilujen kohteita ideoida yhdessä.

### 13.8 Keruutavan muutokset

Opinnäytetyön teon yhteydessä vahvistui näkemys siitä, että kasvijätteen keruuta tulisi kaikin mahdollisin keinoin välttää. Kompostissa kasviaines muuntuu helposti käsiteltävään muotoon ja sen jotkut ominaisuudet jopa parantuvat huomattavasti. Kuitenkin on syytä olla huolissaan suurista ravinnetappioista, joita pitkä kompostointiaika aiheuttaa. Kirjallisuuslähteen perusteella orgaanisesta aineksesta ja sen sisältämistä ravinteista saadaan myös paras hyöty jättämällä kasvijäte maan pinnalle (Wolf & Snyder 2003, 178).

Puhtaita lehtimassoja voitaisiin kerätä erikseen ja lisätä silputtuina syksyllä suurille nurmille tai pensasryhmiin. Lehtimassat kompostoituvat hyvin nopeasti itsekseen silputtuina. Kasvimassan lisäys suoraan silputtuna maan pintaan ei tuota juurikaan ravinnetappioita.

Tilaajan kanssa voisi neuvotella kasvijätteen keruun vähentämisen keinoista tarkemmin. Myös ideariihi ja hyvien käytäntöjen jakaminen voisivat olla keinoina keruutapojen muutoksessa.

## 14 YHTEENVETO

Kompostoinnilla on rajapintaa kaikkiin kestävän kehityksen aspekteihin. Ekologisen kestävyysnäkökulmasta kompostointi saa jätteestä aikaan hyötykäyttöön soveltuvaa ravinteikasta materiaalia. Kompostin avulla saadaan valmistettua myös kaivumaiden kanssa seostaen hyviä kasvualustoja julkisille viheralueille. Ostoravinteiden, jotka usein tuodaan Suomeen muualta, tarve vähenee kompostin käytön myötä.

Taloudellisesta näkökulmasta kompostointi kannattaa, koska se vähentää ostettavien tuotteiden tarvetta. Kasvijätteen kompostoinnista

aiheutuu kuluja, mutta painavan materiaalin kuljetus muualle saisi myös aikaan kustannuksia. Lisäksi toiselle toimijalle toimitetuista kasvijäte-eristä perittäisiin maksu.

Sosiaalisesta ja kulttuurillisen kestävyysnäkökulmasta kompostin valmistus ja käyttö omassa työssä on oikea tapa toimia. Pienet epäpuhtaudet ja roskaisuus pitäisi ehkä sallia, sillä ne ovat osa kaupungistumisen vaikutuksia. Toki ratkaisuja roskaisuuden vähentämiseksi olisi myös kehitettävä. Kampanjoita ja tiedotusta olisi lisättävä, jotta kaupunkilaiset tiedostaisivat oman osuutensa roskaisuuden vähentämiseksi ja yleisen viihtyvyyden parantamiseksi Helsingissä.

Kasvijätteen ravinteet voidaan saada mahdollisimman hyvin talteen sekä kasvijätettä paikalleen silppuamalla, että tehokkaalla kompostoinnilla. Kompostin ravinteiden huuhtoutumisen vähentäminen on tärkeää, jotta hyöty kompostin käytöstä olisi suurempi ja ympäristövaikutukset vähenisivät. Lyhyistä kuljetusmatkoista huolimatta painavan kasviaineksen kuljetus on kallista ja sillä on ympäristövaikutusta. Puistojen maaperä on paikoin hoitotapojen muutoksen vuoksi vielä kehittymässä elävämmäksi. Tällaisissa kohteissa tulee tulevaisuudessa olemaan vähemmän tarvetta kuljettaa kasviainesta kompostiin.

## LÄHTEET

Albers, M., Helle, H., Varpula, T., Itävaara, M., Kapanen, A., Vikman, M. (2003). *Kompostiprosessin monitorointi ja ohjaus. Kirjallisuusselvitys*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT Tiedotteita 2207, URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>, Haettu 18.4.2017 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2207.pdf>

Asikainen, T., *Muovien haitat*. Muovien kierrätys-oppimateriaali. Haettu 5.4.2017 osoitteesta <https://muovienkierratys.wordpress.com/muovien-haitat/>

Cobat J-M., Aragno M. & Matthew W. (2004). *The Living Soil, Fundamentals of Soil Science and Soil Biology*. (Käännös teoksesta: (2003) *Le sol vivant, Bases de pédologie Biologie des sols*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Switzerland). Enfield, New Hampshire. United States of America: Science publishers Inc.

Ekokompassi (2017) Haettu 14.3.2017 osoitteesta <http://www.ekokompassi.fi/mika-ekokompassi/>

Ellonen, J. Stara. (2017). Ympäristöohjelma. Sähköpostiviesti tekijälle 5.4.2017

Etelä-Suomen Aluehallintoviraston päätös (149/2014/1), Diaarinumero ESAVI/171/04.08/2012

EU:n asetus haitallisten vieraslajien tuonnin ja leviämisen ennalta ehkäisemisestä ja hallinnasta (1143/2014). Haettu 23.4.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1143&rid=1>

EU:n direktiivi jätteistä 2008/98/EY. Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0098&qid=1488968234219&from=en>

EU:n direktiivi vesien suojelemiseksi maatalouden nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta (91/676/EEC) Haettu 30.4.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=LEGISSUM:l28013>

EU:n jätehuoltolaki. Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:ev0010&from=FI>

EU:n lannoiteasetus (2003/2003/EY) Haettu 23.4.2017 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=LEGISSUM:l21278>

Evira *Kasvitaudit ja tuholaiset* (2017). Haettu 5.4.2017 osoitteesta <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/kasvitaudit-ja-tuholaiset/vaaralliset-kasvitaudit-ja-tuholaiset/aasianrunkojaara/vantaan-esiintyma/>

Evira, *Lannoitevalmisteet* (2017). Haettu 10.4. 2017 osoitteesta <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/kierratysravinteet/>

Evira, *Tyypinimiluettelo* (2017). Haettu 9.5 osoitteesta [https://www.evira.fi/globalassets/kasvit/tuonti-ja-vienti/lannoitevalmisteet/tyypinimiluettelo\\_konsolidoitu\\_31\\_3\\_2016.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/kasvit/tuonti-ja-vienti/lannoitevalmisteet/tyypinimiluettelo_konsolidoitu_31_3_2016.pdf)

Farmit.net, Kalkituksen vaikutukset. Farmit Website Oy Lars Sonckin kaari 14, 02600 Espoo. Haettu 15.3.2017 osoitteesta <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus/kalkin-vaikutukset>

Green Care (n.d.) Haettu 30.5.2017 osoitteesta <https://www.greencare.fi/tuote/ureahelmia-puutarhaan/>

Haaspuro, T. (2013) Luonnikas- luontoperäisten kasvihuonekaasujen laskentatyökalu kunnille, Forsknings- och utvecklingsinstitutet Aronia, 2013, [https://www.novia.fi/assets/filer/Publikationer/.../LUONNIKAS3\\_webb\\_9-2013.xlsm](https://www.novia.fi/assets/filer/Publikationer/.../LUONNIKAS3_webb_9-2013.xlsm)

Halinen, A., Tontti, T. (2004). *Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla*, MTT:n selvityksiä 70. ISBN 951-729-895-1, ISSN 1458-5103 (Verkkojulkaisut) Haettu 1.6.2017 osoitteesta <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts70.pdf>

Hannunen, S., Parkkima, T., Vuorinen, K., Heikkilä, J., Koikkalainen, K., Evira. Julkaisu Eviran tutkimuksia 1/2014. *Kasvintuhoojien leviämistäväylät ja kasvintuhoojien uhkaaman tuotannon arvo*. Loppuraportti. Haettu 5.4.2017 osoitteesta <https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/julkaisusarjat/kasvit/kasvintuhoojien-leviamisvaylat-ja-kasvintuhoojien-uhkaaman-tuotannon-arvo.pdf>

Hartikainen, H. (n.d). *Maan kasvukunnon osatekijät*- luentomateriaali. Helsingin yliopisto. Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. Haettu 2.3.2017 osoitteesta [www.ymparisto.fi/download/name/%7B97BC4542-CF46-40F5-81CF.../55834](http://www.ymparisto.fi/download/name/%7B97BC4542-CF46-40F5-81CF.../55834)



Helsingin kaupunki (2017). Organisaatio. Haettu 5.6.2017 osoitteesta <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/hallinto/organisaatio/>

Helsingin kaupunki. Stara (2017). Haettu 12.2. 2017 osoitteesta <http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/asiakkaat/>

Helsingin kaupunki. Stara (2017). Haettu 12.2.2017 osoitteesta [www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/stara-lukuina/](http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/stara-lukuina/)

Helsingin kaupunki. Stara. (2016) Hoitovastuukartat. Haettu 22.4.2017 osoitteesta [http://www.hel.fi/hel2/stara/Katuhoi-don%20vastuualueet%202016\(alustava%2020%201%20\(4\).pdf](http://www.hel.fi/hel2/stara/Katuhoi-don%20vastuualueet%202016(alustava%2020%201%20(4).pdf)

Helsingin kaupunki. Stara (2017). Vastuualueet. Haettu 22.4.2017 osoitteesta [http://www.hel.fi/hel2/stara/material/viheralueet\\_2016.pdf](http://www.hel.fi/hel2/stara/material/viheralueet_2016.pdf)

Helsingin kaupunki (n.d.), Staran ympäristöpolitiikka. Haettu 10.4.2017 osoitteesta <http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/51a0db1d-8f14-4517-a199-f902ac7382f0/Stara+ymp%C3%A4rist%C3%B6politiikka+ju-liste.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>

Helsingin kaupunki, Ympäristövastuu Starassa, Haettu 22.4.2017 osoitteesta <http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/vastuullisuus/ymparistovastuu>

HSY, Lajitteluohjeet, Haettu 24.5.2017 osoitteesta [www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/metalli/Sivut/default.aspx](http://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/metalli/Sivut/default.aspx)

Hänninen, K., Harju, K., Paajanen, K., Pietikäinen, S., Lahtinen, P., Jyränkö, P. & Mälkönen, P. (1987). *Kompostien humustutkimus*, Julkaisusarja 22, Joensuun yliopisto, Joensuu, Joensuun yliopiston monistuskus

Itävaara, M., Vikman, M., Kapanen, A., Venelampi, O. ja Vuorinen, A. 2006, *Kompostin kypsyystestit, Menetelmäohjeet*, VTT Tiedotteita 2351 Haettu 30.4.2017 osoitteesta [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf)

Jätelaki 2011/646. Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2011/20110646?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=j%C3%A4telaki>

Laki kasvinterveyden suojelemisesta (702/ 2003). Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030702?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=kasvinter%2A>

Laki lannoitevalmistelain muuttamisesta (250/2015). Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150520?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=520%2F2015>

Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta (1709/2015). Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151709>

Lambe, T. (2016). Välivarastotilanne. Haettu 22.3.2017 Staran kaivu- ja pintamaiden käsittelyn nykytilanteen selvitys (kooste 2015-2016) -luonnoksesta

Lannoitevalmistelaki 539/2006 Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>

Laulumaa, P. Stara. (2017). Sähköpostiviesti tekijälle 5.4.

Luomanen, J., Leskinen, P., Lehtonen, S., Närhi, S., Regårdh, E., Nuotio, A-K. Ohjausryhmä. (2014). Viheralueiden hoito VHT'14- *Hoidon laatuvaatimukset*. Viherympäristöliiton julkaisu nro 55. Tampere: Tammerprint Oy.

Maa- ja metsätalousministeriö (2017). Lannoitevalmisteasetus. Haettu 11.4.2017 osoitteesta <http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet>

Maa- ja metsätalousministeriö. Kansallinen vieraslajistrategia (2012). Haettu 1.3.2017 osoitteesta [http://www.vieraslajit.fi/sites/default/files/Vieraslajistrategia\\_web.pdf](http://www.vieraslajit.fi/sites/default/files/Vieraslajistrategia_web.pdf)

Pankakoski, A. (1986) *Puutarhurin kasvioppi*. Ammattikasvatusthallitus. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Salla, A., *Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet puistoissa ja kerrostalojen pihalla Helsingissä*, Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 2009, Haettu 14.5.2017 osoitteesta <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-03-09.pdf>

Sirviö J. (toim.) (2004). Viheralueiden kasvualustat. Viherympäristöliitto ry. Julkaisu 31. Helsinki: Artprint Oy

Soini, T. (2003). *Viherrakentajan käsikirja*. Viherympäristöliitto ry. Julkaisu 25. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Tajakka, H. (toim.) (2011). Taulukko 23111: T2 Viherrakentamisen yleinen työselostus. VRT'11. Viherympäristöliiton julkaisu 49. Tampere: Tammerprint.

Tammeorg, P. (2014). *Softwood Biochar as a Soil Amendment Material for Boreal Agriculture*, Doctoral Thesis, Haettu 15.4.2017 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/44862/tammeorg\\_dissertation.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/44862/tammeorg_dissertation.pdf?sequence=1)

Terveydensuojelulaki (763/1994). Haettu 25.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/1994/19940763?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=terveydensuojelulaki>

Terveyskirjasto. Kustannus Oy Duodecim (2016). Haettu 5.4.2017 osoitteesta [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00451](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00451)

UNEP Publications (n.d) Haettu 14.6. osoitteesta <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/57136.pdf>

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (2015/ 1261). Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151261>

Valtioneuvoston asetus jätteistä (2012/179). Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2012/20120179?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=valtioneuvoston%20asetus%20j%C3%A4tteist%C3%A4%20>

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (1261/2015) Haettu 21.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151261>

Vieraslajiportaali. Haitalliset vieraslajit. EU. Haettu 8.3.2017 osoitteesta <http://www.vieraslajit.fi/lajit/HBE.MG11/list>,

Vieraslajiportaali. Haitalliset vieraslajit. Kansallinen luettelo. Haettu 8.3.2017 osoitteesta <http://www.vieraslajit.fi/lajit/HBE.MG12/list>

Viherympäristöliitto ry (2014), Julkaisu 55., Viheralueiden hoito, Hoidon laatuvaatimukset, Tammerprint Tampere 2014, Helsinki, Viherympäristöliitto

Westman, C. J. (1991, 2001). *Maaperä*. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos, Maapera WESTMAN Carl Johan. pdf-tiedosto

Wolf, B. & Snyder, G. H. (2003). *Sustainable soils The place of Organic matter in Sustaining Soils and Their Productivity*. 10 Alice Street, Binghamton. NY: FoodProducts Press An Imprint of The Haworth Press Inc.

Yara (n.d) Haettu 30.5.2017 osoitteesta <http://www.yara.fi/lannoitus/tuotteet/other/1854-urea/>

Ympäristöministeriö (2013). *Resurssitehokkuus*. Haettu 22.4.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Resurssitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Resurssitehokkuus)

Ympäristöministeriö (2017). Kiertotalous. Haettu 22.4.2017 osoitteesta <http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kiertotalous>

Ympäristönsuojelulaki (527/2014). Haettu 12.4.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Ympäristötiedon foorumin tilaisuuden puheenvuoroja (8/2016), Haettu 18.5.2017 osoitteesta [https://www.uef.fi/documents/10184/1130395/muoviroksa\\_suositukset.pdf/1c981167-5157-441a-be7f-6d8f87e629bd](https://www.uef.fi/documents/10184/1130395/muoviroksa_suositukset.pdf/1c981167-5157-441a-be7f-6d8f87e629bd)

#### Haastattelut

Koivunen, K. Eurofins Viljavuuspalvelu Oy. (2017). Puhelinhaastattelu 14.6.2017

Koponen, V. Stara. Helsinki. (2017). Haastattelu 5.5.2017

Laulumaa, P. Stara. Helsinki. (2017). Haastattelut 8.2., 18.4, 27.4, 5.5, 23.5., 5.6.2017

Luopajarvi, R. Stara. Helsinki. (2017). Haastattelu 3.5.2017

Mäkinen, S. Stara. Helsinki. (2016, 2017). Haastattelut 20.4.2016, 13.4.2017

Mäkinen, V-P. Stara. Helsinki. (2017). Haastattelu 25.4.2017

Palonen, P. Stara. Helsinki. (2016) Haastattelu 30.6.2017

Valjakka, J. Eurofins Viljavuuspalvelu Oy (2017)., Puhelinhaastattelu 5.5.2017